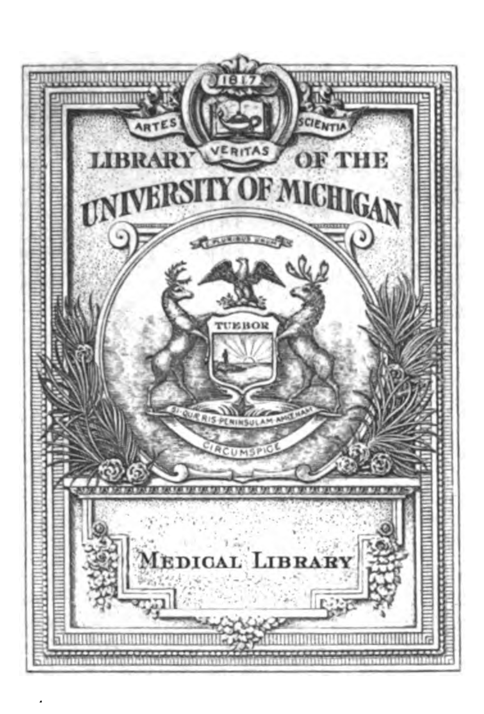

B 3 9015 00222 814 9
University of Michigan – BUHR




1817
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
MEDICAL LIBRARY

ARCHIV
FÜR
VERGLEICHENDE OPHTHALMOLOGIE

UNTER STÄNDIGER MITARBEIT VON

Prof. ANGELUCCI (Neapel), Prof. AXENFELD (Freiburg i. B.), Prof. BAYER (Wien), Prof. BERNHEIMER (Innsbruck), Prof. CHUN (Leipzig), Prof. EBERLEIN (Berlin), Prof. ELLENBERGER (Dresden), Prof. FRANK (München), Prof. GREEFF (Berlin), Prof. GULLSTRAND (Upsala), Prof. R. v. HERTWIG (München), Prof. v. HESS (München), Prof. HESSE (Berlin), Dr. JESSOP (London), Prof. KOMOTO (Tokio), Prof. LANG (Zürich), Prof. RABL (Leipzig), Prof. RÖMER (Greifswald), Prof. RÜCKERT (München), Prof. SATTLER (Leipzig), Prof. v. SCHLEICH (Tübingen), Prof. SCHLÖSSER (München), Prof. UHTHOFF (Breslau), Prof. H. VIRCHOW (Berlin), Prof. ZIETZSCHMANN (Zürich) und Anderen

HERAUSGEGEBEN VON

DR. MED. GUSTAV FREYTAG
PRIVATDOZENTEN FÜR AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

No. 13
IV. JAHRGANG ⊡ I. HEFT
AUSGEGEBEN AM 29. JANUAR 1914



LEIPZIG 1914
VERLAG VON S. HIRZEL

Inhalt.

Originalarbeiten.

Bibliographie.

Alphabetisches Verzeichnis

derjenigen Autoren, die im vorliegenden Hefte im Originalienteil oder in der Bibliographie vertreten sind.

(Die Zahlen bezeichnen die Seiten dieses Heftes, die Originalarbeiten sind durch fetten Druck hervorgehoben.)

[Aus der Univ.-Augenklinik in Freiburg i. B.; Dir.: Geheimrat Prof. Dr. Th. Axenfeld und dem pathol.-anat. Inst. der Univ. Kiew; Dir.: Prof. Dr. W. N. Konstantinowitsch.]

Über Hornhautpigmentierung beim Meerschweinchen.

Nebst Bemerkungen über die Pigmentverhältnisse im vordersten Abschnitte des Auges überhaupt, erörtert im Zusammenhange mit solchen der Haut.

Von

Privatdozent Dr. **J. Rubert** in Kiew.

Mit Tafel I und II und acht Abbildungen im Text.

Während die Hornhaut des Menschen und der Tiere unter normalen Verhältnissen kein Pigment enthält, kommen Anhäufungen von solchem in ihrer unmittelbaren Nähe häufig zur Beobachtung. Bei vielen Säugern findet sich am Limbus Pigment regelmäßig vor und bei einigen (Affe, Hund, Schwein, Ziege, Pferd, Kaninchen usw.) kommt es hier sogar zur Bildung eines charakteristischen zirkumkornealen Pigmentsaumes, über dessen Vorkommen auch bei vereinzelten dunklen Menschenrassen berichtet wird (Pergens, Hauschild u. a.).

Im bekannten Lehrbuch der Veterinär-Chirurgie von Bayer lesen wir, daß die erwähnten Limbus-Pigmentierungen mitunter auf die Hornhaut übergreifen können, wodurch charakteristische Flecke entstehen sollen. Der Verfasser läßt sich darüber folgendermaßen aus: „Dieses (Pigment) stammt manchmal von jenem, das normalerweise in der Bindehaut am Rande der Cornea vorhanden ist. Diese Flecke sind oberflächlich, schwarz, und zu ihnen zieht oft vom Rande der Hornhaut ein dünnes Gefäßchen. Ich sah sie schon mitten auf der durchsichtigen Hornhaut; fast immer ist aber das Pigment auf Trübungen und reicht bis zu dem Ursprungspigmente am Limbus conjunctivalis.“

Weiter erwähnt der Verfasser nichts über die von ihm gemachte Beobachtung, er führt weder die von der Veränderung befallene Tierart an, noch die Ursache oder das Wesen der genannten Hornhautverfärbung, es bleibt ferner unentschieden, ob die beschriebene Pigmentation der Hornhaut überhaupt ein häufiges Vorkommnis darstelle. Auch die Durchsicht unserer Fachliteratur gibt uns keinen Bescheid auf die uns interessierenden Fragen.

Natürlich haben die eben erwähnten Hornhautveränderungen nichts gemeinsam mit der von Kruckenberg, Stock u. a. beim Menschen als Hornhautmelanose beschriebenen Pigmentation, diese ist kongenitaler Natur und lokalisiert sich an der Hinterfläche der Hornhaut. Auch die von Kayser, Fleischer u. a. beobachtete Pigmentablagerung in die peripheren Hornhautschichten bei Allgemeinstörungen, die der Pseudosclerose nahe stehen, gehört nicht hierher, ebenso wenig kann hier die Rede sein von den durch Eisen, Silber, Chrom, Anilin und anderen Stoffen verursachten Verfärbungen, die beim Menschen mitunter gar nicht zu den Seltenheiten gehören.

Es liegt bloß ein von Yamaguchi am Schweinsauge erhobener Befund vor, der vielleicht Beziehung zu der Beobachtung Bayers haben könnte, obwohl Yamaguchi solches nicht annimmt. Da die Befunde des Verf. einzelne gemeinsame Berührungspunkte auch mit den meinen unten anzuführenden aufweisen, so erlaube ich mir sie etwas genauer wiederzugeben, nach Möglichkeit den Ausführungen des Autors folgend.

Dieser fand an zwei unter den zum Operationskursus bestimmten Schweinsaugen eine intensive bandförmige Hornhautpigmentierung. Diese beschränkte sich auf die zentralen Teile der Membran und erreicht an keiner Stelle den schwarzbraun pigmentierten Limbus. Die untere Grenze der Flecke war mehr verwaschen und verlief am rechten Auge ungefähr in $1^1/_2$ mm Entfernung entlang dem unteren Limbus. Nach oben erschienen die Flecke streng begrenzt, besonders am linken Auge, da das Hornhautstroma unmittelbar daneben leicht nebelig bläulichgrau getrübt war. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Pigmentierung in der Cornea ausschließlich in der Epithelschicht und zwar vornehmlich in den Basalzellen lokalisiert war. Die pigmentführenden Zellen waren von sehr verschiedener Gestalt; einige unregelmäßig, rund oder oval geformt, andere wieder neurogliaartig, mit mehreren kürzeren oder längeren zapfenartigen Fortsätzen versehen, welche sich jedoch nur parallel der Oberfläche ausbreiteten. Diese Chromatophoren, wie Verf. die Zellen bezeichnet, waren zwischen den Basalzellen lokalisiert und reichten knapp bis an die Bowmansche Membran heran. Außerdem kamen sandkornartige intra-

zellular gelegene Pigmentierungen auch in den basalen und polygonalen Zellen vor. Einige dieser Zellen schienen so dicht mit Pigment gefüllt, daß man sie nur schwer von den Chromatophoren unterscheiden konnte. Das Stroma und die anderen Teile der Cornea zeigten normale Verhältnisse. Die Gegend des Limbus erschien stark pigmentiert, wobei sich das Protoplasma der Zellen von Pigmentkörnchen dicht erfüllt und die Kerne davon bedeckt fanden, am Rande des Limbus zeigte sich eine fast dunkelschwarze Pigmentmasse. Die übrigen Teile des Auges erschienen normal entwickelt. — Der Verf. spricht sich gegen eine Einwanderung des Pigments vom Limbus aus und glaubt, daß letzteres mitten in der Cornea selbständig (metabolisch) entstanden ist, wie eine kurze Strecke entfernt davon im Limbus es normalerweise stets gebildet wird.

Meine Aufmerksamkeit wurde auf die vom Limbus ausgehenden Pigmentierungen der Hornhaut zuerst während einer meiner Experimentalstudien am Meerschweinchenauge in der Freiburger Augenklinik gelenkt. Von 34 Meerschweinchen zeigten 3 bei seitlicher Beleuchtung verschieden stark ausgesprochene schwarzbraune Verfärbungen der vorderen Hornhautoberfläche. Diese hatten ein typisches Aussehen und standen stets im Zusammenhang mit dem zirkumkornealen Pigmentsaum. Mit Erlaubnis des Herrn Geheimrat Axenfeld wurden die drei Bulbi enukleiert, lebenswarm in die Fixierungsflüssigkeit gebracht und mir liebenswürdig überlassen. Nachher habe ich im Kiewer bakteriologischen Institut dank der liebenswürdigen Einwilligung des Vorstandes desselben, des Herrn Prof. W. K. Lindemann, noch 118 Meerschweinchen untersucht und fünfmal dieselben Veränderungen feststellen können. Zwei von diesen Bulbis habe ich enukleiert und die Veränderungen im hiesigen pathologisch-anatomischen Institut studiert. Ferner habe ich noch 47 junge, nicht ausgewachsene Meerschweinchen im Alter von 3 bis 4 Monaten und 150 (nicht albinotische) Kaninchen auf die erwähnte Hornhautpigmentierung genau besichtigt, doch stets mit negativem Resultat.

Bevor ich jedoch zur genaueren Schilderung meines Beobachtungsmaterials schreite, erachte ich es für angebracht zwecks leichteren Verständnisses der im nachstehenden anzuführenden Befunde seitens der Hornhaut das Wichtigste über die Pigmentverhältnisse im vordersten Bulbusabschnitte der Wirbeltiere anzuführen und einige Angaben über die Anatomie dieser Gegend beim Meerschweinchen vorauszuschicken.

Die Verfärbung am Hornhautrande wird nach den einstimmigen Angaben der Forscher, die sich mit der Pigmentierung dieses Teiles des Auges beschäftigen (Fischer, Coppez, Ehrmann, Jarisch, Lauber, Pergens, H. Virchow, Adachi u. a.), von denen aus neuester Zeit besonders Hauschild zu nennen wäre, verursacht durch Ablagerung von dunkelbraunen Pigmentkörnchen ins Epithel der angrenzenden Conjunctiva. Bei schwacher Pigmentierung liegen die Körnchen vornehmlich in den basalen Zellen, bei stärkerer Pigmentation begegnet man diesen auch in den oberflächlichen Schichten. Am stärksten mit Pigmentkörnchen gefüllt erscheint das Epithel an der Grenze der durchsichtigen Hornhaut. Während die Pigmentierung auf das Epithel der letzteren nie übergreift und gegen dieses stets streng begrenzt erscheint, kann sie in entgegengesetzter Richtung, allmählich abnehmend, verschieden weit reichen, mitunter bis zum Fornix, selbst auf die Conjunctiva tarsi übergehen. Das Pigment liegt nach Ansicht der meisten Untersucher intrazellulär, wobei die pigmentführenden Zellen in ihrer Form sich von den gewöhnlichen pigmentlosen nicht unterscheiden sollen. Ehrmann berichtet noch über besondere verzweigte Pigmentzellen im Epithel der Conjunctiva bulbi des Ochsen und stellt sie den verästelten Pigmentzellen in der Oberhaut gleich. Die erwähnten Elemente liegen zwischen dem Epithel und dem Bindegewebe der Conjunctiva, sowie zwischen den Zellen der Basalschicht selber. Das Vorkommen solcher verzweigter Zellkörper im Epithel der Conjunctiva wird auch von den späteren Untersuchern (Jarisch, Adachi u. a.) bestätigt, und kommen wir auf diese Gebilde noch unten zurück.

Neben dem Pigment im Epithel begegnet man solchem noch im subepithelialen Bindegewebe und in der Sclera. Das Pigment liegt gewöhnlich in gestreckten, meist der Oberfläche parallel verlaufenden Bindegewebszellen. Auch diese Pigmentierung hört genau an der Hornhautgrenze auf[1]).

Zwischen der Pigmentation des Epithels und der der tiefer liegenden Gewebe bestehen ähnliche Relationen wie zwischen der Pigmentierung der Epidermis und der des Coriums (Hauschild). So ent-

[1]) Demgegenüber wäre aus letzter Zeit eine Beobachtung von Cilimbaris anzuführen, der in der Substantia propria corneae ausgewachsener Schafe regelmäßig Pigmentzellen in Begleitung der Nervenstämme gesehen haben will. In Ausnahmefällen sollen nach Zietzschmann auch beim Rinde Pigmentzellen bis zu 7 mm Entfernung vor der Insertion der Irisfortsätze zwischen den Cornealelementen meist in der Nähe der Lamina elastica posterior anzutreffen sein.

behrt z. B. das Konjunktivalepithel bei allen Fischen und Amphibien und einem großen Teil der Reptilien des Pigments, während das subkonjunktivale und sklerale Gewebe reich an Pigment erscheinen (Lauber). Diese Tiere besitzen auch eine unpigmentierte oder fast pigmentfreie Epidermis, dagegen ein sehr pigmentreiches Corium (Hauschild). Erst bei den Säugern findet sich reichlich Pigment in der Epidermis vor und hier begegnen wir solchem regelmäßig auch im Konjunktivalepithel. Dieses Pigment soll nach Fischer die Aufgabe haben die Lichtdurchlässigkeit der Sclera zu vermindern. Da, wo die konjunktivalen Epithelzellen Pigment führen, tritt dieses, wie Hauschild ausführt, kompensatorisch für das Skleralpigment ein. Ist das epitheliale Pigment stark entwickelt, so kann das sklerale vollkommen fehlen, wie das bei den Perissodactylen, Affen und einzelnen Menschenrassen der Fall ist, während bei den Fischen und Amphibien und den meisten Reptilien, wie bereits erwähnt wurde, es sich gerade umgekehrt verhält. Übergänge zwischen beiden Typen, d. h. solche Tiere, bei denen gleichzeitig konjunktivales und sklerales Pigment vorkommt, gibt es eine Menge. Das subkonjunktivale Pigment nimmt eine Zwischenstellung ein, indem es stets entweder die sklerale oder die epitheliale Pigmentierung begleitet (Hauschild).

Was die Herkunft des epithelialen Pigments der Conjunctiva betrifft, so gelten hier dieselben Anschauungen, die wir bei der Genese des Pigments der Epidermis und deren Abkömmlingen (Haare, Federn usw.) begegnen, da das Konjunktivalepithel der Wirbeltiere bekanntlich der Epidermis entspricht, das subepitheliale Gewebe und das sklerale dagegen mit dem Corium verglichen werden können. Die Literatur über die Entstehung des Pigments, insbesondere des epidermalen, ist äußerst umfangreich und die Anschauungen der Forscher über diesen Gegenstand erscheinen geteilt, während alle darüber einig sind, daß es sich um melanotisches Pigment handele.

Ursprünglich wurde fast allgemein angenommen, daß das Pigment in der Epidermis und deren Abkömmlingen aus der Cutis stamme. An der Spitze der Vertreter dieser Lehre (Riehl, Köllicker, Aeby u. a.) steht Ehrmann. Nach ihm werde das Pigment zuerst in eigenen Zellen der Cutis gebildet und später vermittels Protoplasmaverbindungen in die Epidermis getragen, hier werde es von verzweigten, innerhalb der Oberhaut befindlichen Zellen aufgenommen, welche ihrerseits das Pigment den Epidermiszellen zuführen.

Die Lehre von der sekundären Pigmentierung der Epidermis vom Bindegewebe aus fand zunächst bei Kaposi und dann bei Caspary Widerspruch, indem diese Autoren neben dem erwähnten Vorgang auch

eine selbständige Pigmentbildung seitens der Epithelien, speziell der basalen Retezellen annahmen.

Die Forscher der neueren Zeit (Mertsching, Post, Jarisch, Schwalbe, Loeb, Wolfrum, Dalla Favera, Wieting und Hamdi, Grund, Hellmich, Rosenstadt, Meirowsky u. a.) bestreiten ein Wandern von Pigment in die Epidermis und behaupten, daß alles Pigment in der Epidermis ein Produkt bloß dieser allein darstelle, während die Zellen des Coriums an der Bildung desselben nicht partizipieren. So fand beispielsweise Rosenstadt an lückenlosen Serienschnitten der Haut von Katze, Hund, Maus, Meerschweinchen pigmentierte Zellen in der Epidermis, ohne daß Pigmentzellen auf weitere Strecken in der Cutis zu finden waren. Ebenso fanden Wieting und Hamdi schon in den ersten Tagen in der Epidermis der Hundeschnauze zahlreiche „Melanoblasten", während im Bindegewebe unter der Epitheldecke auch nicht eine einzige pigmentierte Zelle sich vorfand (Serienschnitte), hier begannen solche erst am 7. Tage aufzutreten. Auch Wolfrum konnte feststellen, daß das Auftreten von Pigment in den Epithelien am Rande der Palpebra tertia der Tiere zeitlich weit vorausging den ersten Anzeichen der Pigmentierung im subkonjunktivalen Gewebe. Post fand ferner in den Anlagen junger Haare der Kopfhaut Neugeborener, sowie in den Augenlidern Pigmentzellen ausschließlich nur im Epithel, während die Papille pigmentfrei war, auch Mertsching konnte das primäre Auftreten von Pigment im Haare selbst feststellen.

Im Einklange mit den erwähnten Befunden stehen auch die experimentellen Ergebnisse der Neuzeit. Grund fand bei der mikroskopischen Untersuchung der rasierten Haut nicht albinotischer Kaninchen, daß in den meisten Fällen da, wo makroskopisch keine Pigmentierung sich feststellen ließ, eine solche auch mikroskopisch, wie in der Epidermis, so in der Cutis fehlte. Nach Belichtung solcher Stellen mit Sonnenlicht, Röntgenstrahlen trat regelmäßig Pigment in der Epidermis auf, während in der Cutis solches vermißt wurde. Diese Resultate sind dann später auch von Hellmich betätigt worden und ganz besonders von Meirowsky (55), der ausführliche Untersuchungen mit Bestrahlung der menschlichen Epidermis mit Finsenlicht anstellte.

Die eben angeführten Beispiele stehen nicht im Einklang mit der Anschauung von der sekundären Pigmentierung der Epidermis von der Cutis aus und sind schon imstande gewisse Bedenken gegen diese aufkommen zu lassen. Es ist sogar die Meinung ausgesprochen worden, daß das Pigmet aus dem Epithel in das Bindegewebe übertreten könne,

und haben Kodis gestützt auf Untersuchungen an Batrachierlarven und Post auf Grund solcher an Federkeimen der Taube diese Ansicht zu begründen versucht. In neuester Zeit sind für diese Anschauung besonders Wieting und Hamdi eingetreten auf Grund zahlreicher histologischer Untersuchungen bei verschiedenen Tieren und beim Menschen.

Nach Ansicht vieler Autoren [Unna (83), Kromayer (43), Marchand (50), Dalla Favera (12) u. a.] sollen auch die „Chromatophoren" der pigmentierten Mäler der Haut epithelialen Ursprunges sein. Eine Ansicht, zu der sich ophthalmologischerseits auch Wolfrum bekennt, gestützt auf Untersuchungen an Pigmentflecken der Conjunct. bulbi des Menschen.

Was die verzweigten Pigmentzellen in der Epidermis resp. im Konjunktivalepithel betrifft, so werden sie verschieden aufgefaßt, und erscheinen die Meinungen sogar unter den Forschern eines und desselben Lagers geteilt. Nach Ansicht einiger sollen diese Pigmentfiguren gar nicht Zellen darstellen und kämen zustande entweder durch Pigmentimprägnierung der peripheren Protoplasmafaserung der Epithelien [Kromayer (42)], oder durch Ablagerung von Pigmentkörnchen zwischen den Zellen (Adachi u. a.). Auch Rabl will die Ramifikationen der Chromatophoren durch Einlagerung von Körnchen in die Interzellularräume entstanden wissen, diese Körnchen würden von den stark pigmentierten Epithelzellen der basalen Reihe, die der Verf. als den Zellkörper der „Chromatophoren" auffaßt, in die Interzellularräume abgegeben und durch die Saftströmung in kontinuierlicher Reihe fortgetragen werden. Andere leiten wieder die „Chromatophoren" direkt von den Epidermiszellen ab (Jarisch, Post, Grund, Meirowsky, Mayer u. a.) und finden zahlreiche Übergänge zwischen den mit Fortsätzen versehenen Zellen und den solcher entbehrenden.

Ehrmann ließ ursprünglich die Abstammung der verzweigten Pigmentzellen in den ektodermalen Gebilden unentschieden, neigte sich jedoch der Meinung zu, daß sie vielleicht autochthone Bildungen des Ektoderms darstellen könnten. In seiner später erschienenen bekannten Monographie (16) führt der Verf. auf Grund von Untersuchungen an Salamanderembryonen aus, daß die genannten Zellen in der Epidermis und die pigmentführenden im Bindegewebe einheitlicher Natur seien und vom mittleren Keimblatte abstammen, die genannten Zellen seien nicht allein Träger und Übermittler, sondern vor allem Bildner des Pigments. Diese „Melanoblasten" des Verf. sollen schon frühzeitig pigmentlos aus dem Bindegewebe in die Epidermis hineinwachsen und erst später hier das Pigment ausscheiden. Ehrmann glaubt auf diese Weise die Ent-

behrlichkeit „aller weit ausgesponnenen Theorien" über die Entstehung der verzweigten Pigmentzellen aus dem Ektoderm bewiesen zu haben.

Aus dem oben Angeführten geht deutlich hervor, daß die Frage über die Herkunft und Entstehung des Pigments in den ektodermalen Gebilden, unter anderem auch in der Conjunctiva, äußerst schwierig ist, und es dürfte noch immer gewisse Zeit verstreichen, bis die alten Anschauungen von den neueren endgültig verdrängt werden, vor allem wäre aber zur Vorsicht zu mahnen, die bei niederen Tieren gewonnenen Resultate ohne weiteres auf die höheren und den Menschen zu übertragen.

Der Pigmentierung des Meerschweinchenauges haben die Forscher bis jetzt wenig Interesse geliehen, auch die Anatomie dieses Organes ist von ihnen kaum berücksichtigt worden. Ich erlaube mir daher einzelne Befunde aus dem vordersten Augenabschnitte, die ich an normalen Meerschweinchen-Bulbis erheben konnte und die zu den unten näher zu erörternden Hornhautveränderungen Beziehung haben, anzuführen.

Die Hornhaut reicht in den hinteren Schichten weiter nach der Peripherie als in den vorderen, der Übergang in die Sclera ist kein scharfer und wird gekennzeichnet durch die Umlagerung der Bündel und das Auftreten von Gefäßen, sowohl des Randschlingennetzes, wie in der Sclera selbst. Eine ausgesprochene Bowmansche Membran, wie beim Menschen, ist nicht vorhanden, nach Zietzschmann soll diese den Haussäugetieren überhaupt durchgängig fehlen. Beim Meerschweinchen wird sie durch die oberste Hornhautlamelle ersetzt, die dem Epithel überall glatt anliegt und mit letzterem enger verbunden erscheint, als mit den übrigen darunter liegenden Lamellen. Mitunter erscheint sie auch etwas breiter als die übrigen Lamellen. Das Hornhautepithel ist 5—6 schichtig. Die Zellen der untersten Reihe sind zylindrisch und zeichnen sich durch ihre Breite, insbesondere von denen des Limbus aus. Die Zellen der zwei darauffolgenden Reihen erscheinen rundlich und die der zwei resp. drei oberflächlichen abgeplattet.

An der Conjunctiva bulbi ändert sich der Charakter des Epithels, indem die Zellen der oberen Lage früh oder spät zylindrisch, die der unteren niedriger und mehr oder weniger rundlich werden. Dieser Übergang vom Pflasterepithel der Hornhaut zum Zylinderepithel der Conjunctiva vollzieht sich bei den einzelnen Individuen verschieden weit vom Hornhautrande, bei einigen sogar schon am Limbus conjunctivae[1]).

---

[1]) Limbus conjunctivae: Conjunctiva cornealis im Sinne H. Virchows oder Portio fixa der Conjunct. bulbi.

Gleich beim Beginn der Conjunctiva bulbi am Hornhautrande werden die basalen Zellen niedriger und schmäler, die superfiziellen voluminöser, so daß beim Übergang des Epithels in das der Conjunctiva mobilis (H. Virchow) die Unterschiede zwischen den höher und niedriger gelegenen sich häufig ausgleichen, nur die Kerne der Basalschicht behalten ihre lebhaftere Färbung bei, wodurch sie sich übrigens auch von den Kernen der basalen Lage des Hornhautepithels unterscheiden. Dieses Epithel, welches dann an das sogenannte Übergangsepithel erinnert, läßt sich mitunter recht weit noch auf der Conjunct. mobilis verfolgen. Doch ist der Charakter des Epithels an der Hornhautzirkumferenz nicht konstant, bisweilen behalten die Zellen der oberflächlichen Reihe am ganzen Limbus ihre abgeplattete Form bei, die basalen wieder ihre zylindrische, die endgültige Umgestaltung beginnt meist erst recht weit vom Hornhautrande, in der oberen Bulbushälfte gewöhnlich früher als in der unteren. Es muß doch hier bemerkt werden, daß die zylindrischen, so auch die rundlichen Zellen in der Conjunct. bulbi sich lange nicht durch so eine Regelmäßigkeit der Form auszeichnen, wie wir sie, z. B. in der Hornhaut, anzutreffen gewohnt sind, insbesondere variiert die Form an den pigmentführenden Zellen.

An der Unbeständigkeit der Zellformen trägt teilweise auch die große Lockerheit des subepithelialen Gewebes, namentlich an der Conjunct. mobilis, schuld, infolgedessen auch ihre Oberfläche Fältelungen und Biegungen aufweist. Am Limbus erscheint die Unterlage dichter und fester und bildet ein paar Erhebungen gegen das Epithel. Die Basalzellen machen die Erhebungen und die Einsenkungen mit, während die Oberfläche platt bleibt.

Erwähnung bedarf noch das häufige Vorkommen von Schleimzellen zwischen den oberflächlichen Zylinderzellen der Conjunct. mobilis; in Fällen, wo die superfizielle Lage bereits am Limbus conjunct. zylindrisch wird, kommen die genannten Elemente schon hier zur Beobachtung. In der oberen Hälfte werden die Schleimzellen häufiger und in größerer Anzahl beobachtet als in der unteren.

Den uns meist interessierenden Bestandteil der Conjunct. bulbi bildet aber das Pigment, welches bei allen Meerschweinchen, mit Ausnahme der albinotischen, angetroffen wird. In leichteren Fällen beschränkt sich die Pigmentation bloß auf das Epithel des Limbus conjunct., wodurch der bereits erwähnte schwarzbraune zirkumcorneale Saum zustande kommt, die Basalzellen enthalten hier durchweg Pigment, der Kern wird meist von letzterem nicht verdeckt, gewöhnlich erscheinen auch viele der höher liegenden Zellen pigmentiert, das Pigment erscheint dann in den Zellen

oftmals kappenförmig rings um den distalen Teil der Kerne angeordnet. Zur Oberfläche hin nimmt der Pigmentreichtum allmählich ab, mitunter sammelt sich aber das Pigment hier zu kleinen rundlichen Klumpen an. Oftmals geht die Pigmentation der Basalzellen in kontinuierlicher Reihe auch auf die Conjunct. mobilis über, doch hört sie hier gewöhnlich bald auf; vereinzelte pigmentführende Zellen oder auch Gruppen solcher lassen sich inmitten der pigmentlosen basalen Zellen häufig noch bis zum Fornix verfolgen. Die pigmentführenden Zellen zeigen, wie schon erwähnt wurde, mitunter die verschiedenste Form, erscheinen sehr häufig mit Ausläufern versehen und sind dann den verzweigten Pigmentzellen der Oberhaut ähnlich. Auch von den zylindrischen und kubischen Elementen sieht man häufig pigmenthaltige Fortsätze ausstrahlen. An depigmentierten Schnitten konnten bisweilen recht gut diese Fortsätze nachgewiesen werden. Das Pigment selbst erscheint in Form feiner schwarzbrauner Körnchen und gibt keine Eisenreaktion (Perls). Außer diesem zweifellos intrazellulär gelegenen Pigment werden oftmals winzige perlschnurartig angeordnete Pigmentpünktchen beobachtet, die in großer Ausdehnung die unpigmentierten Epithelien umspinnen. Die Lage dieser Pünktchen scheint den Zellinterstitien zu entsprechen und häufig läßt sich ihr Austreten aus den pigmentierten Zellen feststellen.

Neben dem Pigment im Epithel wird solches gewöhnlich auch im subepithelialen Bindegewebe beobachtet. Der Zellreichtum der Propria ist überhaupt nicht groß und erscheint auch die Zahl der pigmentführenden Zellen, besonders noch im Vergleich zu denen des Epithels, stets gering, in einigen Fällen habe ich im Bindegewebe überhaupt jegliches Pigment vermißt. Das Pigment ist von demselben Aussehen, wie das des Epithels und liegt meist in dessen unmittelbarer Nähe in gestreckten, den Bindegewebsfibrillen mehr oder weniger parallel verlaufenden Zellen, irgendwelche Verbindungen zwischen letzteren und den Epithelien konnte ich nie mit Sicherheit nachweisen.

Was die Sclera des Meerschweinchens betrifft, so wird Pigment in ihrem vordersten Teil gewöhnlich vermißt. Die Pigmentation begann in meinen Präparaten meist kurz vor der Pars plana des Ziliarkörpers.

Nachdem wir die normalen anatomischen Verhältnisse der Meerschweinchen-Hornhaut und ihrer nächsten Umgebung kennen gelernt haben, gehen wir zur Besprechung der von uns beobachteten Pigmentierung der Hornhaut über.

Auf das klinische Verhalten der Fälle einzeln genau einzugehen, kann ich mir ersparen, indem ich hier eine Skizze derselben anführe,

die uns über die Form, Ausdehnung und das Verhältnis der Hornhautverfärbung zur Limbuspigmentierung besser als viele Worte Aufklärung gibt.

Die Pigmentierung betraf die oberflächlichsten Schichten der Hornhaut, erschien im Vergleich zur Pigmentierung des Limbus etwas heller, stand mit dieser in engstem Konnex und ging von ihr aus. Infolge der braunen Unterlage der Iris konnten die genannten Hornhautveränderungen

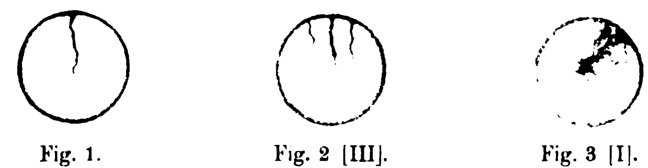


Fig. 1. Fig. 2 [III]. Fig. 3 [I].

mit unbewaffnetem Auge leicht übersehen werden und wurden sie stets mit Hilfe der Lupe bei seitlicher Beleuchtung festgestellt.

Die Pigmentierung betraf in allen Fällen die obere Hornhauthälfte, bald lokalisierte sie sich im vertikalen Meridian, bald im nasalen oder

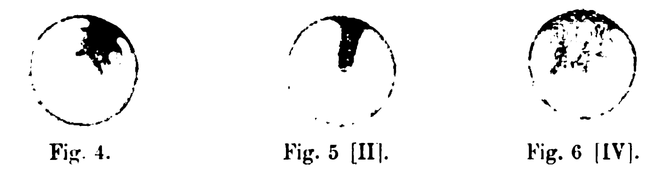


Fig. 4. Fig. 5 [II]. Fig. 6 [IV].

temporalen Quadranten, mehreremal erstreckte sie sich bis ins Pupillargebiet. In den Fällen 1 und 2 war die Pigmentierung streifenförmig. Bei 3, 4 und 6 hatten die Flecke mehr unregelmäßige Form, in den zentralen Teilen erschienen sie dunkler und saturierter, an der Peripherie

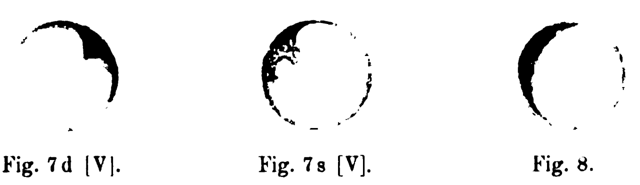


Fig. 7d [V]. Fig. 7s [V]. Fig. 8.

verschwommen. Die Abbildung 1 auf Taf. I vom Falle 3 bei stärkerer Vergrößerung mit Hilfe des Hornhautmikroskops gibt uns näheren Aufschluß über diese nicht streng begrenzten Flecke. Man sieht von der Peripherie des Fleckes zahlreiche verschieden große Pigmentausläufer ausstrahlen, an der nasalen Peripherie verflechten sich die Ausläufer miteinander und es kommt zur Bildung eines pigmentierten Retikulums, dessen Fäden teils in den Fleck, teils in den pigmentierten Limbus übergehen. Im Falle 5 hatte der Fleck zungenförmiges Aussehen, er war

streng begrenzt und die Hornhautoberfläche erschien an der Stelle des Fleckes wie eingekerbt, bei 7 und 8 präsentierte sich die Pigmentierung mehr unter dem Bilde einer breiten Verschiebung des zirkumcornealen Pigmentsaumes auf die Hornhaut, wobei im Falle 7 beide Augen von der Verfärbung betroffen waren, sie hatte beiderseits dasselbe Aussehen und lokalisierte sich an symmetrischen Stellen (oben innen). In den übrigen 7 Fällen betraf die Pigmentierung 5mal das rechte Auge, 2mal das linke. 6mal wurde die Veränderung beim Weibchen festgestellt, 2mal beim Männchen, jedoch muß hier bemerkt werden, daß die Zahl der untersuchten Weibchen die der Männchen weit überstieg. Die übrige Hornhaut, so auch die anderen Augenteile nebst den Lidern erschienen bei den genannten 8 Meerschweinchen unverändert.

Mikroskopische Untersuchung.

Mikroskopisch wurden die Fälle 2, 3, 5, 6 und 7 (linkes Auge) untersucht. Der Bulbus vom Falle 5 wurde in Zenkerscher Lösung, die übrigen in 10prozentigem Formalin fixiert, die Nachhärtung geschah in aufsteigendem Alkohol. Nach Abtragung einer temporalen und nasalen Kalotte parallel zur Längsrichtung des Pigmentflecks wurden die Präparate in Zelloidin eingebettet und nachher in Serienschnitte zerlegt. Untersucht wurde ursprünglich bloß jeder zehnte Schnitt und später, wo es darauf ankam, lückenlos die ganze Reihe. Sehr anschaulich wurde die Pigmentierung wiedergegeben durch die Färbung mit Boraxkarmin in Verbindung mit Pikro-Indigokarmin. Zwecks genaueren Studiums der pigmentführenden Elemente habe ich die Schnitte vielfach entpigmentieren müssen, wozu mir das Verfahren Alfieris (Kalium hypermanganicum, Oxalsäure) stets brauchbare Dienste leistete. Die von mir in allen Fällen ausgeführte Eisenreaktion (Perls) fiel wie seitens des Pigments in der Hornhaut, so auch seitens des der angrenzenden Bindehaut stets negativ aus, ein negatives Resultat erhielt ich ferner bei der Schnittfärbung auf Bakterien (Löffler, Gram).

I (Fall 3, Fig. 1 u. 2, Taf. I).

Die Veränderungen an der Hornhaut lokalisieren sich im Epithel und unter diesem.

Im Epithel zeichnen sie sich vor allem durch die Anwesenheit von Pigment aus. Soweit in der Epithelschicht Pigment anzutreffen ist, erscheint letztere etwas verdünnt und in ihrer Struktur, wie wir sehen

werden, wesentlich verändert. Die Pigmentierung des Epithels beginnt bereits an der Conjunct. mobilis, erstreckt sich von hier in kontinuierlicher Reihe auf die Hornhaut und reicht verschieden weit bis ins Pupillargebiet. Besonders stark pigmentiert erscheint die basale Lage des Epithels. Auch die höherliegenden Schichten weisen Pigment auf, doch beginnt pupillarwärts der Pigmentgehalt in ihnen allmählich abzunehmen, so daß zuletzt im Pupillargebiet Pigment nur in der untersten Reihe angetroffen wird. Die reduzierte Pigmentlage erfährt hier in der Regel Unterbrechungen. In den Schnitten aus der nächsten Umgebung des Fleckes, besonders der nasalen, wechseln pigmenthaltige Bezirke regelmäßig pigmentlose einander ab. Die Rekonstruktion der Schnitte zeigt aber, daß diese Pigmentinseln in engem Verbande miteinander stehen und entweder in den Pigmentfleck übergehen oder ein Netzwerk bilden, welches bis zum zirkumcornealen Pigmentsaum verfolgt werden kann, was übrigens auch schon auf Grund der von der Hornhaut intra vitam angefertigten Zeichnung 1, Taf. I, zu erwarten war.

Das Pigment unterscheidet sich nicht von dem im Epithel des Limbus in der Norm vorhandenen und zeigt auch dieselben Eigenschaften in den später zu erörternden Fällen. Es ist feinkörnig, erscheint dunkelbraun und gibt keine Eisenreaktion.

Die pigmentierten basalen Zellen unterscheiden sich, abgesehen von ihrem Pigmentgehalt, auch in ihrer Form wesentlich von den Basalzellen des normalen Hornhautepithels. Bloß in der Nähe des Limbus zeigen sie annähernd zylindrische Form, erscheinen dabei aber recht schmal und niedrig und gehen unmerklich in die basale Lage des Epithels der Conjunct. limbi über, ein Unterschied zwischen dem Epithel der Cornea und dem des Limbus conjunct., wie wir ihn unter normalen Verhältnissen kennen gelernt haben, existiert hier nicht. Pupillarwärts werden die Zellen bald noch niedriger, sie nehmen mehr rundliche oder kubische Formen an und bleiben so in der ganzen Ausdehnung des Fleckes. Noch weiter zum Hornhautzentrum, an den Pigmentinseln, zeigen die basalen Zellen sogar abgeplattete Form. In den näher zum Fleck liegenden Inseln sind die Zellen stellenweise noch zu 2 bis 3 übereinander gelagert, weiter zur Pupille bilden sie nur eine Lage und erscheinen dabei lang gestreckt, an den Enden zugespitzt. Diese Elemente liegen unmittelbar auf der vorderen Grenzmembran zwischen den basalen Enden der Zylinderzellen des normalen Hornhautepithels, bedeutend niedriger als die Kerne der letzteren und drängen häufig die Zylinderzellen zur Seite, wobei die nächstliegenden sogar etwas geknickt erscheinen können. Bloß zwischen diesen jüngsten Pigmentinseln und über diesen finden wir noch Zellen vor, die an normale

Hornhaut-Epithelzellen erinnern, sonst werden überall im Bereiche der Pigmentierung solche vermißt und die Zellen erscheinen regressiv verändert. Viele der über der pigmentierten Basallage befindlichen Zellen werden unschwer als Abkömmlinge dieser erkannt, ein großer Teil der Zellen der höheren Schichten bildet aber degenerierte präexistierende Hornhautepithelien.

Die ersten Epithelveränderungen beobachtet man über den am nächsten zum Flecke gelegenen Pigmentinseln. Die Zellen färben sich schwächer, ihre Grenzen werden weniger scharf, zuweilen verschwinden sie ganz. In der Richtung zum oberen Hornhautlimbus nimmt die regressive Metamorphose ständig zu. Die Zellen ändern ihre Gestalt und zeigen die mannigfachsten Formen, einige blähen sich auf, die anderen schrumpfen, wobei zuweilen das interzelluläre Lückensystem deutlich zu Sicht kommt. Die Kerne erscheinen das eine Mal pyknotisiert, das andere Mal werden sie wieder von den Kernfarben kaum oder gar nicht beeinflußt. Am Limbus, wo die Erscheinungen ihren Höhepunkt erreichen, kommt es bisweilen sogar zum Zerfall der Zellen, dieser kann sogar bis an die basale Lage reichen und so letztere freilegen. Mitunter beobachtet man inmitten des Epithels vereinzelte polynukleäre Leukozyten.

In den degenerierten Zellen trifft man in der Regel auch Pigment an. Während in den basalen Zellen das Pigment fast den ganzen Zellleib ausfüllt, den Kern gewöhnlich nur frei lassend, liegen die Körnchen in den oberflächlichen Zellen recht schütter und meist bloß an ihrer Peripherie. Inmitten dieser degenerierten und mäßig Pigment führenden Zellen begegnen wir häufig größeren rundlichen Elementen, die recht reich an Pigment sind und mit Fortsätzen versehen sind. Diese Fortsätze stehen einerseits in Verbindung mit der basalen Zellenlage, andererseits erstrecken sie sich zu den oberflächlichen Zellen und übermitteln denen das Pigment. Nicht selten sieht man auch von den basalen Zellen pigmentierte Fortsätze in ähnlicher Weise zu den höherliegenden ausstrahlen. Neben diesen mit Ramifikationen versehenen Elementen begegnen wir mitunter auch solchen, wo die Verzweigungen fehlen, die dann das Aussehen pigmenthaltiger kugliger Gebilde haben. Diese lassen wie die verzweigten Zellen mitunter noch durch das Pigment einen Kern erkennen. Befinden sich die Pigmentkugeln an der Oberfläche, so können sie das Pigment entleeren, wonach vakuolenartige Gebilde resultieren, in denen man bisweilen noch dürftige Protoplasmasubstanz nebst Spuren von Pigment und Chromatinresten wahrnimmt. Außer dem in protoplasmatische Grundsubstanz eingelagerten Pigment kommt solches auch interzellulär vor, wovon man sich am besten überzeugen kann an

Stellen, wo der Zusammenhang zwischen den einzelnen Zellindividuen gelockert erscheint.

In engen Beziehungen stehen die Veränderungen des Epithels zu den im subepithelialen Gewebe. Diese dokumentieren sich in dem Auftreten eines Gewebes, das den Charakter des Granulationsgewebes trägt. Dieses beginnt am Limbus, da wo die Epithelveränderungen ihren Anfang nehmen, und begleitet überall in Form eines mehr oder weniger schmalen, zum Hornhautzentrum allmählich sich verjüngenden Streifens die Pigmentierung des Epithels. Am Limbus beträgt dessen Dicke ungefähr $^1/_5$ bis $^1/_4$ der der Hornhaut. Die Zellen des neugebildeten Gewebes zeigen unbeständige Form, sie sind bald rundlich und spindelförmig, bald unregelmäßig und färben sich mit den Tinktionsmitteln gut. Neben den Zellelementen begegnet man hier recht häufig neugebildeten Gefäßen, diese sind zum Teil mit Blut gefüllt, ihre Wandungen bestehen meist aus einer einzigen Endothellage. In der Umgebung der Gefäße erscheint der Zellreichtum größer. Normale Hornhautelemente fehlen hier völlig, auch die vordere Grenzmembran ist in der ganzen Ausbreitung des Fleckes untergegangen und das neugebildete Gewebe grenzt unmittelbar an die basalen Pigmentzellen des Epithels, indem es vielfach Erhebungen gegen letzteres bildet, während die Oberfläche des Epithels diese nicht mitmacht. Das Epithel erscheint überall gegen das darunterliegende Gewebe streng begrenzt, ein Hineinwachsen seitens des letzteren ins Epithel läßt sich trotz genauester Untersuchung nirgends nachweisen.

An den im Präparat sich als pigmentierte Epithelinseln kennzeichnenden Fortsätzen des Fleckes erscheint das Granulationsgewebe auf eine ganz dünne Lage reduziert. Hier ist schon eine vordere Grenzmembran anzutreffen, unter der sich dann das genannte Gewebe lokalisiert. Am Beginn der Ausläufer erscheint die Membran noch verhältnismäßig dünn, gelangt aber bald zu ihrer normalen Dicke. Die neugebildeten Kapillargefäße lassen sich noch weiter als die Pigmentierung des Epithels verfolgen, die Zahl der fixen Hornhautelemente erscheint dabei in deren Umgebung gewöhnlich etwas vermehrt. Zwischen den Pigmentinseln erscheint die vordere Grenzmembran unversehrt und das Granulationsgewebe nebst den Gefäßen fehlt hier, ausnahmsweise beobachtet man hier bloß eine leichte Vermehrung der fixen Hornhautelemente.

Zuletzt muß noch besonders auf das Vorkommen von Pigment im Granulationsgewebe hingewiesen werden, welches als konstanter Bestandteil desselben hier angetroffen wird. Es liegt in gestreckten Zellen, ist

feinkörnig, von dunkelbrauner Farbe und gibt keine Eisenreaktion. Die pigmentführenden Zellen gleichen den, die wir gewöhnlich im subepithelialen Gewebe des Limbus und der Conjunct. bulbi überhaupt antreffen. Auch finde ich im Aussehen keinen Unterschied zwischen diesem Pigment und dem des Epithels. Oftmals sieht man die Pigmentzellen die vom Limbus hineinwachsenden Gefäße begleiten. Pupillarwärts nimmt die Zahl der Pigmentzellen auch im Granulationsgewebe allmählich ab. Oft liegen sie in unmittelbarer Nähe der Epithelien und einigemal habe ich sogar direkte Verbindungen zwischen beiden Elementen feststellen können. Die Pigmentzellen werden in allen Präparaten im subepithelialen Gewebe angetroffen, doch muß hier hervorgehoben werden, daß ihre Zahl im allgemeinen nicht groß ist.

Die übrige Hornhaut zeigt keine Veränderungen, bloß an ihrer obersten Peripherie, wo auch das Epithel am stärksten alteriert und das Granulationsgewebe am mächtigsten entwickelt erscheinen, begegnen wir auch in den tieferen Teilen der Subst. propria corneae neben mäßiger Kernvermehrung vereinzelten neugebildeten Gefäßen. Diese kommen von der Lederhaut und ziehen allmählich zur Oberfläche zum subepithelialen Granulationsgewebe. Die übrigen Augenteile, wie die vorderen, so die hinteren erscheinen überall unverändert.

II (Fall 5).

Die Pigmentierung beginnt am Limbus conjunctivae und erstreckt sich ununterbrochen auf das obere Drittel der Hornhaut. Sie erscheint gegen die durchsichtige Hornhaut streng begrenzt, Ausläufer oder Pigmentinseln werden nicht beobachtet.

Auch hier erscheinen die basalen Zellen am intensivsten pigmentiert und zeichnen sie sich ebenfalls durch geringe Dimensionen und unbeständige Form, wie im vorigen Falle, aus, mitunter beobachtet man an ihnen nach oben gerichtete Fortsätze. Am Limbus conjunctivae und an der angrenzenden Hornhautperipherie zeigen die basalen Zellen annähernd zylindrische Form, sonst erscheinen sie gewöhnlich rundlich oder kubisch.

Die Zellen der höher liegenden Reihen erscheinen durchweg atrophisch, die Epitheldecke in der ganzen Ausdehnung des Fleckes ist infolgedessen aufs Drei- bis Vierfache gegen die Norm verdünnt. Ganz an der Peripherie der Hornhaut erscheinen die Zellen der oberflächlichsten Reihe, wie auch am angrenzenden Limbus conjunct. zylindrisch, doch sind sie recht schmal und niedrig. Die Zellen der mittleren Reihen haben hier unbestimmte Form, nicht selten begegnet man hier solchen mit Fortsätzen. Ein Unterschied zwischen dem Epithel des Limb. conjunct.

und dem der angrenzenden Hornhaut fällt hier nicht. Die Zellen der obersten Lage geben jedoch sehr bald ihre zylindrische Form auf und gehen in abgeplattete über. Diese Zellform ist am meisten vertreten und findet sich überall auch in den tieferen Schichten. Die Zellen der höheren Schichten zeichnen sich gleichfalls durch ihre geringe Dimensionen aus, sie haben ein kümmerliches Aussehen, erscheinen geschrumpft, sehr oft nehmen sie eine schwächere Tinktion an und die Grenzen zwischen den einzelnen Elementen sind geschwunden. Im Protoplasma der meisten finden wir Pigmentkörnchen vor, der Pigmentgehalt nimmt aber zur Oberfläche schnell ab.

Das eigentliche Hornhautepithel erscheint gegen das obengeschilderte streng abgegrenzt. Die pigmentierten basalen Zellen des letzteren dringen gegen das Hornhautepithel weiter vor als die oberflächlichen, die über der so vorgerückten Pigmentlage befindlichen präexistierenden Hornhautepithelien erscheinen im Vergleich zum übrigen Hornhautepithel verdünnt und die einzelnen Elemente färben sich etwas schwächer. Da, wo die pigmentierten Zellen aufhören, hat das Hornhautepithel bereits normale Dicke und Aussehen erhalten.

Die vordere Grenzmembran ist in diesem Falle sehr schwach ausgesprochen. In der ganzen Ausdehnung des Fleckes fehlt sie und hier liegt direkt der basalen Pigmentlage ein schmaler Streifen älteren Granulationsgewebes an, am Limbus conjunct. erscheint er etwas breiter, pupillarwärts nimmt er an Dicke allmählich ab. Die Zellen des genannten Gewebes zeigen gestreckte Form, stellenweise gehen sie in Fasern über, recht häufig begegnet man hier neugebildeten Gefäßen, ihre Wandungen bestehen aus einer Endothellage, ihr Lumen erscheint erweitert und mit Blut strotzend gefüllt. Da, wo das Pigment im Epithel aufhört, hört auch das Granulationsgewebe auf. Pigment wird im subepithelialen Gewebe völlig vermißt.

Die tieferen Teile der Substantia propria corneae zeigen bloß in der Nähe des Limbus eine mäßige Kernvermehrung und einzelne neugebildete von der Sclera zum subepithelialen Granulationsgewebe ziehende Kapillargefäße. Die übrigen Augenteile erscheinen unverändert.

III (Fall 2).

Die Pigmentierung erscheint in diesem Falle in den Schnitten ausschließlich unter dem Bilde vereinzelter inmitten des normalen Hornhautepithels gelegener Pigmentherde (vgl. I) und die l. c. gemachten Auseinandersetzungen betreffs des Zustandekommens der Pigmentinseln gelten auch für diesen Fall.

Die pigmentführenden basalen Zellen zeigen die bekannte rundliche oder mehr kubische Form, in den näher zum Hornhautrande gelegenen Herden erscheinen sie etwas höher. Im Vergleich zu den basalen Zylinderzellen des normalen Hornhautepithels erscheinen sie recht winzig und liegen niedriger als die Kerne derselben. Mitunter besteht der Pigmentherd bloß aus ein paar solcher nebeneinander gelegener Zellen, bisweilen sogar nur aus einer einzigen Zelle.

Recht oft lagern sich die pigmentierten Zellen zu mehreren Schichten übereinander, stellenweise die ganze Epithellage durchsetzend. Das Pigment liegt in den höherliegenden Zellen kappenförmig um das distale Ende der Kerne angeordnet, die Zellen liegen dicht aneinander und werden zur Oberfläche etwas niedriger, sie unterscheiden sich in ihrer Form von den sie umgebenden normalen Hornhautepithelien und lassen sich unschwer als Abkömmlinge der basalen Pigmentzellen erkennen.

An den Stellen, wo die Pigmentierung stärker ausgesprochen ist, aber noch nicht bis zur Oberfläche reicht, färben sich die darüberliegenden Hornhautepithelien weniger lebhaft, ihre Grenzen erscheinen verwaschen und die Epithellage ist etwas verdünnt.

Die an die pigmentierten Zellen unmittelbar grenzenden Zylinderzellen des Hornhautepithels erscheinen manchmal wie in I etwas zur Seite gedrängt. Das normale Hornhautepithel ist überall gegen die pigmentierten Zellen streng begrenzt, bisweilen sieht man von letzteren winzige perlschnurartig angeordnete Pigmentpünktchen zwischen die Nachbarzellen ausstrahlen. Diese Pigmentfiguren umspinnen zuweilen in großer Ausdehnung netzförmig die Zellen des zunächst liegenden Hornhautepithels. Mitunter beobachtet man an den basalen Zellen echte, zur Oberfläche gerichtete Fortsätze, durch welche das Pigment den höherliegenden Epithelien übermittelt werden kann. Auch von den Pigmentzellen des zirkumcornealen Pigmentsaumes sieht man nicht selten Ausläufer zwischen die basalen Enden der Zylinderzellen des normalen Hornhautepithels ausstrahlen.

Eine vordere Grenzmembran ist in diesem Falle kaum angedeutet. Der basalen pigmentierten Zellage liegt direkt eine sehr dünne Schicht eines aus rundlichen und spindelförmigen Zellen bestehenden Granulationsgewebes an, neben neugebildeten Kapillaren weist das Gewebe in einzelnen Präparaten noch Pigment auf. Dieses verhält sich genau, wie in I, Verbindungen mit dem Pigment der Epithelschicht lassen sich jedoch nirgends nachweisen. Die übrigen Augenteile erscheinen unverändert.

IV (Fall 6, Fig. 3, Taf. II).

Die Pigmentierung erstreckt sich in den Schnitten vom Limbus ununterbrochen auf das obere Viertel der Hornhaut, weiter tritt das Pigment schon inselförmig auf und kann es im allgemeinen bis zum Hornhautzentrum verfolgt werden. Im oberen Abschnitt der Hornhaut, wo die Pigmentierung in kontinuierlicher Reihe auftritt, ist die Epitheldecke im Vergleich zur normalen etwas verdünnt, die basale Lage erscheint tiefschwarz und die Einzelindividuen lassen sich als solche nicht erkennen, sehr oft sieht man von hier aus pigmentierte Fortsätze zu den höheren Zellagen ausstrahlen. Im oberen Fünftel der Hornhaut erscheinen auch diese pigmentisiert, die Pigmentierung ist hier ebenfalls stark ausgesprochen, man begegnet hier ziemlich häufig pigmentierten Ramifikationen, diese verbinden die Zellen miteinander, die Kerne der höherliegenden Zellen bleiben meist von Pigment unbedeckt. Auch über die Form dieser Zellen läßt sich wegen ihres starken Pigmentgehaltes nichts Näheres aussagen.

Außerdem werden in diesem Epithel meist in den oberflächlichen Schichten vielfach große tiefschwarze Pigmentklumpen beobachtet. Diese erscheinen gewöhnlich reihenweise angeordnet und haben annähernd Kugelgestalt. Die Klumpen sind verschieden groß und erreichen im Durchmesser nicht selten die halbe Dicke der normalen Epitheldecke. Die Oberfläche erscheint über den Pigmentkugeln oft vorgewölbt, nicht selten kommt es sogar zur Eröffnung derselben und das Pigment tritt auf die Oberfläche frei hervor. Die den Kugeln anliegenden Zellen erscheinen zur Seite gedrängt und schmiegen sich der Kugelgestalt an, häufig beobachtet man zwischen diesen und den Klumpen einen schmalen Spalt, infolgedessen diese Gebilde als ob in Vakuolen gelagert erscheinen. In einer Reihe abwechselnd mit den Pigmentkugeln sehen wir an der Oberfläche mündende vakuolenähnliche Gebilde. Diese sind von derselben Größe und annähernd derselben Form wie die Pigmentkugeln und stellen gewissermaßen das Negativ dieser dar. Bei starker Vergrößerung erkennt man in diesen Gebilden eine sehr schwach tingierbare feinkörnige Substanz, die neben einem kaum färbbaren Kern oder Residuen eines solchen mitunter in wechselnder Menge noch Pigmentkörnchen enthalten kann. Als Vorstufen der Pigmentkugeln können solche betrachtet werden, die tiefer gelegen sind und einen durch das Pigment noch durchschimmernden Kern zeigen. Einigemal kamen dicht über der basalen Lage große geblähte Zellen zur Beobachtung, der Kern schien gleichfalls gebläht,

färbte sich schwach, im Protoplasma fanden sich neben vereinzelten Chromatinpartikeln zuweilen schon Pigmentkörnchen vor.

Näheren Aufschluß über die histologischen Einzelheiten erhalten wir nach der Entpigmentierung der Schnitte. Ein Unterschied zwischen dem Epithel des Limbus und dem der angrenzenden Hornhaut ist verstrichen. Die basalen Zellen zeigen hier annähernd zylindrische Form, später werden sie bald rundlich. Die Zellen der höheren Lagen haben keine bestimmte Form, sie laufen mitunter in Fortsätze aus und liegen dicht aneinander gedrängt. Sie erscheinen alle als Abkömmlinge der basalen Elemente, gegen die normalen Hornhautepithelien sind sie streng begrenzt und unterscheiden sich von letzteren sowohl durch ihre Gestalt, wie durch ihre lebhaftere Tinktion. Die Pigmentklumpen zeigen nach der Entpigmentierung an Stelle des Pigments eine feinkörnige, sich schwach tingierende Grundsubstanz, diese enthält einen, selten mehrere Kerne. Die Kerne zeichnen sich durch größere Dimensionen aus und färben sich blaß, nicht selten existiert eigentlich bloß nur die Kernmembran mit einigen winzigen Chromatinresten. Solche zu Chromatinfarbstoffen Affinität zeigende Einlagerungen werden auch außerhalb des Kernes inmitten der feinkörnigen Masse beobachtet.

An den im Präparat inselförmig auftretenden Pigmentierungen erscheint vornehmlich die basale Zellage pigmentiert, hin und wieder lagern sich die Elemente zu mehreren Schichten übereinander, doch nie erreichen sie die Oberfläche. Die Zellen erscheinen gegen die anliegenden normalen Hornhautepithelien streng begrenzt und unterscheiden sich wie in den vorigen Fällen von diesen durch ihre Form. Die angrenzenden Hornhautepithelien zeigen außer einer schwächeren Färbung keine wesentlichen Veränderungen. Mitunter sieht man von den pigmentierten Zellen Pigmentpünktchen in perlschnurartiger Anordnung in die Interzellularräume ausstrahlen und netzartig die einzelnen Zellen umspinnen.

Eine vordere Grenzmembran ist in diesem Falle recht gut ausgesprochen, unter dem Fleck selbst ist sie geschwunden, an dessen Ausläufern erscheint sie verdünnt. Das subepitheliale Granulationsgewebe ist verhältnismäßig stark entwickelt, vom Limbus zum Hornhautzentrum nimmt es allmählich ab, gegen die basalen Elemente des Epithels bildet es mehrfach papillenartige Erhebungen und erscheint gegen das Epithel überall streng begrenzt. Neben zahlreichen Zellen der verschiedensten Form und vielen neugebildeten Kapillaren begegnet man im Gewebe verhältnismäßig viel Pigment, dieses verhält sich, wie in I, doch tritt es nirgends in Verbindung mit dem des Epithels. Einzelne neugebildete Kapillargefäße und mäßige Vermehrung der fixen Hornhaut-

elemente lassen sich stellenweise noch weiter als die Epithelveränderungen verfolgen, in der Nähe des oberen Limbus begegnet man ähnlichen Veränderungen auch in der Substantia propria. Die übrigen Augenteile erscheinen unverändert.

V (Fall 7s, Fig. 4, Taf. II).

Die Verteilung des Pigments und die histologischen Veränderungen zeigen in diesem Falle große Ähnlichkeit mit denen im vorigen. Die Pigmentierung erstreckt sich in kontinuierlicher Reihe vom Limbus aufs obere Sechstel der Hornhaut, einzelne inselförmige Pigmentansammlungen können in den Schnitten noch etwas weiter pupillarwärts verfolgt werden. Der der Pigmentierung völlig anheimgefallene Epithelbezirk erscheint dünner als die übrige Epitheldecke. Die Pigmentierung ist im allgemeinen recht stark ausgesprochen und werden die histologischen Einzelheiten auch hier nur nach der Entpigmentierung der Schnitte klar.

Die am intensivsten pigmentierten basalen Zellen zeigen, wie die des Limbus, annähernd zylindrische Form, werden jedoch bald rundlich und sind von kleinen Dimensionen. Die Zellen der höherliegenden Schichten haben keine bestimmte Form und erscheinen häufig zum Unterschiede von den im vorigen Falle recht stark degeneriert. Vakuolen im Protoplasma, so auch im Kern werden oft angetroffen. Viele Kerne färben sich schwach, andere wieder intensiv, wobei diese pyknotisierten Kerne oftmals Zerfallserscheinungen zeigen. Diese Zellen erscheinen gegen das normale Hornhautepithel streng begrenzt und sie lassen sich unschwer als Abkömmlinge der basalen pigmentierten Epithelien erkennen. Die an der Oberfläche hin und wieder anzutreffenden kugligen Pigmentklumpen liefern nach der Entpigmentierung dasselbe Bild wie im vorigen Falle.

Die vordere Grenzmembran ist verhältnismäßig gut ausgesprochen, in der Gegend des Fleckes ist sie vielfach untergegangen, da, wo sie erhalten ist, erscheint sie meist verdünnt. Das subepitheliale Granulationsgewebe verhält sich wie in den vorigen Fällen. Die Pigmentierung ist hier verhältnismäßig stark ausgesprochen, die Pigmentzellen lassen sich meist als Abkömmlinge solcher des subepithelialen Gewebes des Limbus und der Conjunct. bulbi erkennen, doch sieht man andererseits langgestreckte verästelte Pigmentzellen, die die aus der Episclera und Sclera zum Granulationsgewebe ziehenden Gefäße begleiten und diese Zellen können nicht anders als eingewanderte aus den eben genannten tieferen Teilen der Bulbuskapsel betrachtet werden.

Bemerkenswert in diesem Falle ist noch das Auftreten eines geringfügigen Granulationsgewebes am unteren Limbus. Vereinzelte neugebildete aus einer Endothelhülle bestehende Gefäßchen nebst einzelnen Pigmentzellen lassen sich sogar verhältnismäßig weit in die Substantia propria verfolgen. Die vordere Grenzmembran ist überall erhalten und das Hornhautepithel zeigt keine Veränderungen, an einzelnen Stellen bloß sieht man schon ein paar rundliche mit Fortsätzen versehene pigmentierte Zellen von der basalen Reihe des Epithels des Limbus zwischen die Zylinderzellen des normalen Hornhautepithels sich vorschieben.

Epikrise.

Die obenangeführten Befunde zeigen deutlich, daß die in unseren Fällen intra vitam wahrnehmbare Hornhautverfärbung ihren Sitz im Epithel hatte. Diese stand stets in engstem Zusammenhang mit der beim Meerschweinchen und anderen Tieren in der Norm anzutreffenden Pigmentierung des Epithels der angrenzenden Conjunct. bulbi. Das Pigment war stets an Zellen gebunden, die morphologisch sich von den normalen Hornhautepithelien unterschieden und gegen letztere streng begrenzt erschien (vgl. die Abb. 2—4, Taf. I/II), so daß von einer bloßen Zuführung von Pigmentstoffen dem Hornhautepithel aus der Umgebung (Hochheim) hier nicht die Rede sein konnte.

Im Bereiche der Flecke selbst erschien gewöhnlich die ganze Epitheldecke verändert und pigmentiert, bloß an den jüngeren Teilen der Flecke, an deren Fortsätzen, den Sprossen des zirkumcornealen Pigmentsaumes usw. beobachtete man meist nur eine basale Schicht (Abb. 2 u. 3, Taf. I/II) pigmentführender Zellen, während die darüber liegenden Elemente unschwer als präexistierende Hornhautepithelien zu erkennen waren. Die pigmentierten Basalzellen hatten eine verschiedene Gestalt, in den jüngsten, am weitesten pupillarwärts gelegenen Partien der Flecke erschienen sie häufig langgestreckt und zugespitzt (Abb. 2, Taf. I), im Bereiche der Flecke selbst gewöhnlich rundlich, eher kubisch und in der Nähe des Limbus zylindrisch. Diese Zylinderzellen waren stets niedriger und schmäler als die des normalen Hornhautepithels, sie stimmten in ihrem Aussehen und den färberischen Eigenschaften mit den Basalzellen des Limbusepithels völlig überein und gingen unmerklich in diese über. Ich trage kein Bedenken, sie auch als Abkömmlinge der letzteren aufzufassen und das Zustandekommen der Hornhautpigmentierung in erster Linie auf das Eindringen der genannten basalen Pigmentzellen vom Limbusepithel zurückzuführen.

Die Zellen dringen, wie meine Präparate aus den Frühstadien der Pigmentierung zeigen (Abb. 2, Taf. I), zuerst in Form von Fortsätzen in einschichtiger Lage vor, stets mit den hinter ihr liegenden im Zusammenhang bleibend. Die vordringenden Elemente benutzen dabei die Spalten zwischen den basalen Enden der Zylinderzellen der Hornhaut. Naturgemäß ändern die hineindringenden Epithelien bei diesem Vorgang ihre Gestalt und werden langgestreckt, die anliegenden normalen Hornhautepithelien werden dabei zur Seite gedrängt und erscheinen nicht selten geknickt. Später kehren die gestreckten, pigmentierten Zellen, wie aus den Präparaten hervorgeht, wieder zur ursprünglichen Form zurück, sie werden zuerst rundlich, kubisch und zuletzt zylindrisch, dieser gesetzmäßige sukzessive Übergang von einem Extrem der Form ins andere tritt auf vielen Schnitten recht bildlich hervor. Von den Fortsätzen gehen ähnliche seitliche Sprossen ab, diese vereinigen sich untereinander und so kommt es zur Bildung eines pigmentierten Retikulums, die Maschen des letzteren werden immer zahlreicher und enger und zuletzt haben wir den pigmentierten Hornhautfleck vor uns.

Schon recht frühzeitig, bevor noch die basalen Pigmentzellen zur Ursprungsform zurückgekehrt sind, beginnen aus ihnen die Zellen für die höherliegenden Schichten sich zu bilden. Diese unterscheiden sich, abgesehen von ihrem Pigmentgehalt, auch durch ihre Form und intensivere Tinktion von den benachbarten präexistierenden Hornhautepithelien. Gleichzeitig mit der Zunahme der pigmenthaltigen Zellen sieht man an den benachbarten Hornhautepithelien Degenerationserscheinungen auftreten, wahrscheinlich teils infolge des auf sie seitens der anwachsenden Pigmentepithelien ausübenden Druckes, teils infolge Zugrundegehens der Basalzellenschicht, des Bildungslagers der Hornhautepithelien (Lott). Die regressiven Veränderungen seitens der Hornhautepithelien gehen Hand in Hand mit der Zunahme der pigmentführenden Elemente und enden schließlich mit völligem Untergang der ersteren und Ersatz derselben durch das anwachsende Pigmentepithel.

Meine Beobachtungen zeigen weitgehende Analogien mit den von den Autoren gemachten Beobachtungen bei den Regenerations- und Reparationsvorgängen des Epithels überhaupt. Ich begnüge mich hier bloß auf die interessanten von Loeb (unter Ribbert) ausgeführten Transplantationsversuche hinzuweisen (45). Die Beobachtungen des Verf.s sind uns noch besonders willkommen, da die Versuche an Meerschweinchen angestellt wurden. Er transplantierte bei diesen weiße Haut auf Defekte in schwarzer Haut und umgekehrt. In allen Fällen, wo weiße Haut an-

wuchs, wurde sie mit der Zeit schwarz und auch die der transplantierten schwarzen Haut benachbarte weiße wurde in einer gewissen Umgebung dunkel. Mikroskopisch konnte Loeb sicher nachweisen, daß die Pigmentierung sich stets im Epithel lokalisierte und stets vom Nachbarepithel und nicht aus der Cutis stammte, da hier Pigment gänzlich fehlte. Die Schwarzfärbung beruhte immer auf einer Einwanderung von zum schwarzen Epithel gehörigen Zellen in das benachbarte weiße Epithel, wodurch letzteres durch diese allmählich ganz substituiert wurde. Die zahlreichen Abbildungen, die den Vorgang in seinen einzelnen Phasen illustrieren, stimmen gut mit meinen Präparaten überein und bestätigen meine Annahme.

Weitgehende Formveränderungen der einzelnen Zellindividuen und nachherige Rückkehr zur ursprünglichen Form, wie wir sie an den pigmentierten Basalzellen sehen konnten, sind Erscheinungen, denen man bei Regenerationsvorgängen des Epithels gewöhnlich begegnet und existiert über diese Frage, insbesondere für das Hornhautepithel, sogar eine umfangreiche Literatur. Auf diese hier näher einzugehen erübrigt es sich und führe ich im nachstehenden bloß an, was zu meinen Befunden evtl. Beziehung haben könnte.

Es gilt als allgemein bekannt, daß nach Anlegung eines Epitheldefekts an der Hornhaut die an den Defekt grenzenden Zellen sich sehr bald gegen den Wundrand abplatten, Fortsätze aussenden, sich verschieben und allmählich so die Wunde überhäuten. Es ist ferner den meisten Beobachtern nicht entgangen, daß diese Zellverschiebungen zeitlich dem Auftreten von Mitosen im Epithel vorausgehen und letztere erst in einem gewissen Abstande vom Wundrande auftreten. Nußbaum und Peters sahen an der Hornhaut des Frosches Mitosen erst auftreten, als der Defekt schon mit einer einschichtigen Epithellage überkleidet war. Ranvier, Marchand (49) u. a. haben überhaupt Mitosen bei der Epithelregeneration der Hornhaut vermißt. Aus dem Gesagten geht schon hervor, daß wir die erwähnten Lageveränderungen der Epithelien einfach durch Verschiebungen infolge des karyokinetischen Prozesses zu erklären nicht berechtigt sind. Einige Autoren haben daher das Vordringen der Epithelien einfach auf rein mechanische und physiologische Vorgänge zurückzuführen versucht (Gussenbauer, Ranvier, Branca, Hocquard u. a.), etwa durch die Ausschaltung des auf den Zellen ruhenden Seitendruckes.

Im Gegensatz zu den Autoren, die die Ortsveränderungen der Epithelien durch rein passive Bewegungen derselben entstanden wissen wollen, steht die schon frühzeitig verlautbarte Ansicht vom aktiven Vor-



dringen der Hornhautepithelien (Klebs, Nußbaum, Peters, Somya), wobei ihnen die Autoren gewöhnlich amöboide Eigenschaften zuschreiben. Die Anschauung, nach welcher Epithelzellen infolge einer ihnen innenwohnenden Eigenschaft die Möglichkeit besitzen, unter Umständen durch Formveränderungen ihren Ort zu verändern, bricht sich immer mehr neue Bahnen. Auch bei der epidermoidalen Überhäutung nehmen jetzt Ribbert, Loeb u. a. ein aktives Vordringen der Epidermis auf die Wundfläche an. Jüngst haben Hanes und Lambert vermittels der Methode der in vitro-Züchtung von Geweben spontane Bewegungsfähigkeit an Karzinomzellen feststellen können.

In neuester Zeit ist die Lehre von der aktiven Epithelbewegung insbesondere von dem Hallenser Anatomen Oppel gefördert worden. Dieser stellte Explantationsversuche an mit verschiedenen von Epithel überkleideten Gewebs- und Organstückchen erwachsener Säugetiere in das Blutplasma desselben Tieres (nach Carrel), unter anderem auch mit der Hornhaut des Hundes, und studierte dabei eingehend den Modus der aktiven Epithelbewegung. Der Autor unterscheidet die Epithelbewegung streng von der amöboiden Bewegung. „Die Epithelbewegung geht nicht mit einer Isolierung (absoluter Selbständigkeit) der einzelnen Zellen einher, sondern sie führt zu einer flächenhaften Bewegung gleichartiger Zellen (Cytarme). Die Epithelbewegung vollzieht sich innerhalb des Epithels, die amöboide Bewegung dagegen ermöglicht eine Durchwanderung andersartiger Gewebe (Allotropismus). Die amöboide Bewegung kommt isolierten Zellen (Leukocyten, Wanderzellen) zu, die Epithelbewegung den Epithelzellen. Die Epithelbewegung ist oft eine Massenbewegung. Ganze Zellgruppen bewegen sich miteinander in derselben Richtung infolge von Reizwirkung, jedoch mit steter Lageveränderung der einzelnen Zellen untereinander. Die zur typischen Gestaltung führende Epithelbewegung bleibt im wesentlichen auf die Oberfläche bindegewebiger Flächen beschränkt (Desmophilie).“ Zum Schluß sagt der Autor: „Es muß das Ziel weiterer Forschung sein, genauer im einzelnen festzustellen, inwieweit die bisher erst bei Wundheilungen und im Explanat experimentell, also mit Sicherheit nachgewiesene aktive Epithelbewegung tatsächlich mit Ortsveränderungen der Epithelien im Organismus übereinstimmt.“

Ich glaube, daß die von mir am Hornhautepithel des Meerschweinchens erhobenen Befunde geeignet erscheinen zu einem Beleg zu dienen für das Vorkommen aktiver Epithelbewegungen im Organismus selbst. Momente, die für das Zustandekommen der passiven Zellverschiebung gewöhnlich herangezogen werden, fehlten hier völlig. Über die

Unzulässigkeit der in den Versuchen der Forscher noch in Frage kommenden Aufhebung des Seitendruckes brauchen wir uns für unsere Fälle nicht weiter auszulassen. Karyokinetische Prozesse als Ursache der Epithelverschiebung konnten auch nicht angeschuldigt werden, da solche so gut wie ganz vermißt wurden. Ich habe trotz genauen Forschens nach Mitosen solche bloß zweimal gesehen und diese lagen über der basalen Schicht, womit ich das Vorkommen von Mitosen bei ähnlichen Prozessen selbstredend nicht in Abrede stelle. Es ist mir aber durchaus nicht einleuchtend, warum infolge des Auftretens von Mitosen die benachbarten Zellen gerade platt und niedrig werden sollten, eine Frage, auf die auch diejenigen wenigen Autoren (Weinstein), die die Zellverschiebungen einzig von der in der Umgebung stattfindenden Mitosenvermehrung in Abhängigkeit stellen, eine positive Antwort schuldig bleiben.

In meinen Präparaten zeigten die am meisten vorgerückten pigmentierten Epithelien, wie schon eingehend berichtet wurde, meist langgestreckte, zugespitzte Form und folgten bei ihrem Vordringen den Zellinterstitien, wobei zuerst stets die weitesten Spalten zwischen den basalen Enden der tiefen Zellen unmittelbar über der vorderen Grenzmembran (H. Virchow) benutzt wurden, ähnlich wie wir es auch bei den Wanderzellen im Hornhautepithel sehen. Die nächstliegenden präexistierenden Hornhautepithelien wurden bei diesem Vorgange zur Seite gedrängt und erschienen dabei nicht selten geknickt. Ich glaube, daß ähnliche Bilder schon an und für sich auf ein in erster Linie aktives Vordringen der pigmentierten Epithelien hindeuten, wozu auch die Ergebnisse des Experiments zu einer willkommenen Stütze für die Richtigkeit dieser Auffassung dienen. Auch die von Oppel für die aktive Epithelbewegung aufgestellten charakteristischen Merkmale waren, wie aus der mikroskopischen Beschreibung hervorgeht, durchweg auch unseren Fällen eigen.

Über den Entstehungsmodus der höher gelegenen Pigmentzellen kann ich auf Grund meiner Präparate leider nichts Genaueres aussagen, eins scheint aber festzustehen, daß sie von den basalen eingewanderten Elementen abstammen.

Wodurch wird nun das Wandern des Epithels bedingt? Nach Oppel sind es von der Wandfläche ausgehende Reize, die die Zellen veranlassen sich auf ihr auszudehnen. Die Epithelien zeichnen sich ja wie andere Zellarten bekanntlich durch verschiedene Reizbarkeit aus und hat das Studium dieser Eigenschaften der Zellen zur Lehre von den Tropismen geführt. Loeb (46) führte das Vorwandern der Epithelzellen des Meerschweinchens bei der Regeneration derselben auf stereotropische Reizbarkeit der Zellen zurück und sprach die Meinung aus, daß diese

Eigenschaft der Zellen insbesondere bei pathologischen Prozessen eine Rolle spielen dürfte.

In unseren sämtlichen Fällen standen die epithelialen Veränderungen in nahen Beziehungen zu einem unter dem Epithel der Hornhaut sich abspielenden chronischen hyperplastischen Prozeß. Dieser gab sich kund durch das Auftreten eines pannusartigen, zur Narbenbildung tendierenden Granulationsgewebes (Abb. 2—4, Taf. I/II), am Limbus erschien es mächtiger entwickelt, zur Pupille nahm es an Breite allmählich ab. Ursprünglich lokalisierte sich dieses Gewebe unter der vorderen Grenzmembran, infolge Anwachsens desselben wurde letztere allmählich arrodiert und ging auf. Nirgends wurde aber ein Hineinwachsen des Granulationsgewebes ins Epithel oder umgekehrt beobachtet, stets ließen sich beide Gewebsarten voneinander scharf abgrenzen. Unter den am weitesten pupillarwärts vorgerückten Veränderungen, den „Pigmentinseln", war eine vordere Grenzmembran noch wahrzunehmen, doch erschien sie gewöhnlich verdünnt, das unter ihr gelegene Granulationsgewebe auf eine ganz dünne Lage reduziert. Zwischen den Pigmentinseln, wo präexistierendes Hornhautepithel vorlag, zeigte die Membran normale Dicke, das Granulationsgewebe fehlte hier entweder vollkommen oder man begegnete nur vereinzelten Elementen desselben. Das Gesagte wird uns am besten aus der Abbildung 2, Taf. I klar: da, wo pigmentierte Epithelien angetroffen werden, sieht man auch stets das darunterliegende Gewebe mehr oder weniger pathologisch verändert. In Fällen aber, wo die Hornhautpigmentierung noch nicht zum Abschluß gekommen ist, wo sie noch fortschreitet, was schon an den pigmentierten Fortsätzen der Flecke sich kundgibt, läßt sich im Präparat unter der vorderen Grenzmembran geringfügige Kernvermehrung nebst neugebildeten Kapillaren in der Regel noch weiter verfolgen als die Alterationen des Epithels. Im Falle 7 (Präparat V), wo die Pigmentierung der Hornhaut am unteren Limbus eben sich zu entwickeln im Begriff war, erschien der granulierende Prozeß in der Hornhaut schon recht weit gediehen. Solche Befunde gestatten uns anzunehmen, daß die unter der vorderen Grenzmembran sich abspielenden Veränderungen in erster Linie die Richtung für die wandernden Pigmentzellen bestimmen, einen „Richtungsreiz" im Sinne von Herbst ausüben. Über die Natur des granulierenden Prozesses ließ sich nichts Bestimmtes feststellen, Untersuchungen auf Bakterien fielen, wie zu erwarten war, negativ aus, die Tiere und ihre Augen nebst den Lidern erschienen gesund.

Meine Beobachtungen über das Auftreten von pigmentierten Zellen im Epithel im Anschluß an entzündliche Prozesse scheinen in der Patho-

logie des Auges nicht ganz vereinzelt dazustehen, worauf einige leider recht kurz gefaßte Mitteilungen hinweisen. Diese stammen sämtlich aus den Tropengegenden und dürften Pigmentierungen entzündlichen Ursprunges bei deren Bewohnern vielleicht gar nicht so selten vorkommen. Steiner (78) sah sehr häufig in der Lidbindehaut der Malaien im Verlaufe des Trachoms auffallende schwarze Pigmentflecke auftreten, nur ganz ausnahmsweise wurden sie durch anderweitige Entzündungen verursacht. Die mikroskopische Beschreibung nebst den freilich geradezu nicht instruktiven Abbildungen scheinen meinen Befunden nicht zu widersprechen. Auch will der Verf. zweimal Pigmentflecke auf der Hornhaut (79) im Anschluß an Mäler der Augapfelbindehaut beobachtet haben. Die Patienten litten an Bindehauttrachom, bei einem bestand außerdem noch eine trachomatöse Keratitis. Pergens untersuchte ein staphylomatöses Negerauge und fand die basale Lage des das Staphylom überkleidenden Epithels pigmentiert, während die obersten Schichten kein Pigment enthielten, obwohl der Hornhautring bis oben Pigment vorwies. Weiter läßt sich der Verf. über den Fall nicht aus.

Bekanntlich werden Hornhautprozesse nicht gefolgt von Einwanderung des Epithels des Limbus in das der Hornhaut. Über die Bedeutung eines solchen Vorganges in unseren Fällen lassen sich vorläufig bloß vage Vermutungen aufstellen. Man könnte annehmen, daß die Pigmentierung der Hornhaut teils den Zweck verfolgte, das Auge gegen übermäßige Lichtwirkung, Blendung, zu schonen, was wir ja auf ähnliche Weise mit Hilfe der Tätowierung auch bei unseren Patienten erreichen. Nach Bab soll die Pigmentierung den betreffenden Geweben erhöhte Resistenzkraft verschiedenen Einflüssen gegenüber verleihen, ähnlich urteilen auch Wieting und Hamdi.

Betreffs der Frage über die Beziehungen des epithelialen Pigments zu dem des Bindegewebes, muß ich bemerken, daß bloß in ein paar Präparaten vom Falle 3 (I) an Stellen, wo die vordere Grenzmembran untergegangen war, direkte Verbindungen zwischen den pigmentführenden Elementen des Epithels und denen des Granulationsgewebes sich vorfanden, was ich aber als eine zufällige und spätere Erscheinung deute. Sonst habe ich weder an der Hornhaut, noch der Bindehaut irgendwelche Verbindungen zwischen den pigmentführenden Zellen des Epithels und denen des unterliegenden Bindegewebes gesehen. Andererseits konnten Fälle vermerkt werden, wo subepithelial Pigment überhaupt vermißt wurde und dieses einzig im Epithel sich vorfand. Ich habe daher keinen Grund die epitheliale Pigmentierung am äußersten Augenabschnitte des Meerschweinchens als eine sekundäre vom unter-

liegenden Bindegewebe ausgehende anzusehen und glaube, wie viele andere, daß das Pigment in jedem der beiden Abschnitte gesondert gebildet wird.

Wie die pigmentierten Epithelien der Hornhaut vom Epithel des Limbus abstammten, so konnte auch die Abkunft der hin und wieder im cornealen Granulationsgewebe anzutreffenden Pigmentzellen aus dem Bindegewebe des Limbus festgestellt werden. Im Falle 7 (Präparat V) war ein Teil der pigmentierten Zellen des granulierenden Gewebes auch von den tieferen Teilen der Bulbuskapsel eingewandert.

Das Pigment entstand in den Epithelien selbst, lag im Protoplasma und erschien in den Frühstadien der Pigmentierung nicht selten kappenförmig um den distalen Teil der Kerne angeordnet. In späteren Stadien füllte das Pigment den Zelleib aus, meist aber den Kern freilassend. Daß das Pigment zuerst in den verzweigten Zellen entstehe und von diesen erst später den übrigen Epithelien übermittelt werde, habe ich keinen Grund anzunehmen. Ich habe, ähnlich wie Loeb (45), in den jüngeren Teilen der Flecke, den zungenförmigen basalen Pigmentausläufern der Flecke, die verzweigten Zellen in der Regel vermißt. Diese traten erst mit der Pigmentierung der höheren Schichten auf und lokalisierten sich in diesen. Die Fähigkeit der verzweigten Zellen, anderen Zellen Pigment zu übermitteln, soll aber nicht geleugnet werden. Ich habe mich selbst zu wiederholten Malen überzeugen können, wie die erwähnten Elemente vermittels ihrer Ramifikationen Pigment den absterbenden Hornhautepithelien überlieferten. Auch die basalen Zellen und die höherliegenden liefen oftmals in Fortsätze aus. Sehr oft konnten in einem und demselben Präparat die verschiedensten Übergänge von den einfachen, der Fortsätze völlig entbehrenden Elementen zu den mit zahlreichen Ramifikationen versehenen festgestellt werden. Ich schließe mich daher den Autoren an, die die verzweigten Pigmentzellen als modifizierte Epithelzellen betrachten. Die Zellnatur dieser verzweigten Pigmentfiguren unterliegt ja keinem Zweifel, da nach Entpigmentierung der Schnitte wie der Kern, so auch zuweilen die Fortsätze nachgewiesen werden konnten.

Neben diesem in protoplasmatische Grundsubstanz eingebetteten Pigment kann solches auch interzellulär vorkommen. Letzteres wurde im Hornhautepithel, so auch im unveränderten Epithel der Conjunctiva angetroffen. Dieses Pigment lag in Form kleinster schwarzer Pünktchen rosenkranzartig in den Zellinterstitien angeordnet und umspann wie die veränderten, so nicht selten in großem Umkreise auch die einzelnen normalen Epithelien. Diese Art von Pigmentierung entspricht der von Schwalbe, Unna, Rabl u. a. angenommenen. Nicht selten sah man

diese interzellulären Pigmentpünktchen von irgendeiner basalen Pigmentzelle ausstrahlen. Meirowsky (53), der in letzter Zeit besonders eingehend sich mit der Pigmentfrage beschäftigt hat, hat auch dieses extrazelluläre Pigment genauer studiert. Durch die Anwendung des von ihm modifizierten Pappenheim-Unnaschen Verfahrens soll es ihm auch gelungen sein, den Austritt dieses Pigments aus der Epithelzelle und dessen ursprüngliche Abstammung von Kernkörperchenmassen festzustellen.

Das an Stelle des normalen Hornhautepithels neugebildete pigmentierte bewahrt, wie meine Fälle zeigen, nicht lange seine Spezifität und verfällt bald der regressiven Metamorphose. An den basalen Zellen ist die zylindrische Form freilich noch lange zu erkennen, doch erscheinen sie schmal, niedrig und geschrumpft. Die höherliegenden Elemente erfahren eine nicht geringere Umwandlung, sie nehmen ganz unbeständige und unregelmäßige Formen an und erscheinen dabei bald gebläht, bald geschrumpft; in den obersten Schichten gehen die Zellgrenzen verloren und die Kerne erscheinen in eine gemeinsame Protoplasmamasse eingebettet. Vakuolenbildung im Protoplasma, so auch im Kern wird später häufig beobachtet. Die Kerne färben sich bald schwach, bald intensiv. Die pyknotisierten Kerne zeigen nicht selten Zerfallserscheinungen, die Kerne vieler Zellen erscheinen wie angenagt ohne strenge Grenzen. Die Folge dieser weitgehenden regressiven Erscheinungen ist eine Verdünnung der pigmentierten Epitheldecke ums Mehrfache gegen die Norm.

Zu den regressiven Veränderungen rechne ich auch die kugligen Pigmentklumpen nebst den Vakuolen, die besonders markant im Präparat IV (Abb. 3, Taf. II) hervortraten. Hier wurde auch auf die der Bildung der Pigmentkugeln vorausgehenden großen geblähten Zellen mit geblähtem Kern und Chromatinpartikeln im Protoplasma hingewiesen, die Entstehung der Vakuolen aus den Pigmentkugeln angeführt und die anatomische Grundlage dieser Gebilde besprochen. Es handelte sich dabei immer um degenerative Vorgänge, die einerseits mit vollständigem oder teilweisem Kernaufbrauch, andererseits mit dem Auftreten von Chromatinsubstanz und der zunehmenden Bildung von Pigment im Protoplasma einhergingen.

Die Entstehung von Pigment hat bekanntlich Richard Hertwig auf Störungen der normalerweise bestehenden Beziehungen zwischen Kern und Plasma („Kernplasmarelation") zurückzuführen versucht. Infolge des Mißverhältnisses zwischen Kern und Plasma würden nach dem Autor chromatische Körperchen, „Chromidien", ins Protoplasma ausgestoßen, die er bei Actinosphärium sich zu Pigment umwandeln beobachten konnte. Die Mitarbeiter und Schüler Hertwigs (Goldschmidt, Rössle u. a.)

übertrugen dann später diese Lehre auf die Metazoenzelle und augenblicklich betrachten die meisten Forscher, von welchen ich aus neuester Zeit insbesondere Meirowsky und v. Szily jun. nenne, das Chromatin als die Muttersubstanz des Pigments[1]). Die von mir an den Pigmentkugeln, deren Vor- und Nachstadien beobachteten Veränderungen entsprechen dem von v. Szily als „degenerativen" bezeichneten Typus der Pigmentierung und stimmen mit den dazugehörigen Abbildungen des Verf. gut überein.

Der Grund für das Eintreten regressiver Veränderungen an dem neugebildeten Pigmentepithel der Hornhaut wird wahrscheinlich in der Änderung der Lebensbedingungen zu suchen sein. Einen gewissen Aufschluß über diese Frage geben uns vielleicht die interessanten Beobachtungen Ribberts (70) an transplantiertem Epithel. Völlig isolierte Epithelien (auch Hornhautepithelien) gelang es dem Verf. nie mit Erfolg zu transplantieren, in Lymphdrüsen hineingebracht, konnten sie noch nach vielen Monaten nachgewiesen werden, sie waren aber an Zahl vermindert und zeigten weitgehende regressive Veränderungen. Wurde aber gleichzeitig etwas dazugehöriges Bindegewebe mit verpflanzt, so konnte es nicht nur fortleben, sondern proliferierte auch. Der Autor glaubt daher, „daß die Epithelien nicht imstande sind, für sich allein Nahrung aus der Umgebung zu entnehmen, sie bedürfen dazu des Zusammenhanges mit der Bindesubstanz, durch deren Vermittelung sie in der Norm ernährt werden". In unseren Fällen fehlte den pigmentierten Hornhautepithelien nicht bloß der Mutterboden, sondern die neue Unterlage erschien noch dazu pathologisch verändert.

Bevor ich meine Abhandlung schließe, muß ich noch ein wenig auf die eingangs genauer angeführten Befunde Yamaguchis rekurrieren. Das von ihm erhobene histologische Bild zeigte Ähnlichkeit mit einigen meiner und ich halte die Annahme des Verf. von der autochthonen Entstehung des Pigments im Hornhautepithel, d. h. ohne Vermittelung der Pigmentelemente des Limbus für verfrüht. Für das Aufrechterhalten einer solchen Behauptung wären vor allem lückenlose Serien zu untersuchen, widrigenfalls Verbindungen mit dem Limbus leicht übersehen werden konnten, wozu die in meinen Präparaten oftmals scheinbar isoliert vorkommenden Pigmentinseln, die insgesamt aber ein zusammenhängendes

---

[1]) Der Gedanke von der Beteiligung des Zellkerns an der Pigmentbildung ist auch vor Hertwig, von Mertsching (58), Jarisch (33), insbesondere aber von Lukjanow (48) ausgesprochen worden. Durch die Hertwigsche Schule erfuhr aber diese Lehre erst ihre rechte Würdigung und erhielt durch sie einen weiten Ausbau.



vom Limbus ausgehendes Retikulum bildeten, als gutes Beispiel dienen. Meine Forderung erscheint mir noch berechtigter, wenn wir berücksichtigen, daß das Verbreitungsgebiet des Pigments, wie der Autor selbst sagt, im ganzen sich als viel größer erwies, als es bei makroskopischer Betrachtung den Anschein hatte und bei dieser erschien der Fleck bloß $1\,^1/_2$ mm vom Limbus entfernt. Ferner erwähnt der Verf., daß das Hornhautstroma neben dem Pigmentfleck leicht nebelig bläulichgrau getrübt wäre. Solche Bilder setzten gewisse histologische Veränderungen seitens des Hornhautstromas voraus, wie es bei uns auch der Fall war. Merkwürdigerweise schreibt der Verf. aber, daß bei der mikroskopischen Untersuchung das Stroma normale Verhältnisse gezeigt hätte. Auf Grund des Angeführten fühle ich mich vorläufig noch nicht berechtigt, den Fall Yamaguchis als „primäre Melanose der Cornea" anzusehen, andererseits ihm auch nicht meinen anzureihen, da er nicht in entsprechender Weise untersucht worden ist.

Meine Untersuchungen haben also gezeigt, daß Hornhautpigmentierungen bei ausgewachsenen Meerschweinchen nicht allzu selten vorkommen, ich habe sie hier in 3,3 % angetroffen, während bei jungen Meerschweinchen und Kaninchen solche vermißt wurden. Diese Pigmentierungen entsprangen aus dem zirkumcornealen Pigmentsaum der oberen Hornhauthälfte, in einem Falle konnte außerdem der Beginn einer solchen Pigmentierung auch am unteren Limbus mikroskopisch nachgewiesen werden. Meine Befunde bestätigen die eingangs angeführten Beobachtungen Bayers, geben uns näheren Bescheid über einige gelegentlich dieser aufgeworfenen Fragen, vor allem aber über die anatomische Grundlage dieser bisher noch fast ganz unbekannten Hornhautveränderung und liefern uns zugleich einen interessanten Beitrag zur Pigmentfrage überhaupt.

Fasse ich noch zum Schluß die wichtigsten Ergebnisse meiner Untersuchungen betreffs der Hornhautpigmentierung zusammen, so lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Beim Meerschweinchen wird verhältnismäßig häufig (3,3 %) eine schwarzbraune Verfärbung der Hornhaut beobachtet.

2. Die Verfärbung steht im Zusammenhange mit dem normalerweise beim Meerschweinchen anzutreffenden zirkumcornealen Pigmentsaum, von dessen oberen Teilen sie gewöhnlich ausgeht.

3. Die Pigmentierung der Hornhaut beruht in erster Linie auf dem aktiven Einwandern der pigmentierten Epithelien des Limbus conjunct. ins Epithel der Hornhaut.



4. Das präexistierende Hornhautepithel geht an regressiven Erscheinungen allmählich zugrunde und wird durch das pigmentierte substituiert.

5. Die Umwandlung des Hornhautepithels steht in engen Beziehungen zu einem ursprünglich unter der vorderen Grenzmembran aus noch unbekannten Gründen sich entwickelnden Granulationsgewebe.

6. Dieser vom Limbus zum Hornhautzentrum sukzessive vorschreitende granulierende Prozeß ist für die von den Pigmentepithelien einzuschlagende Richtung bestimmend (Richtungsreiz).

7. Das an Stelle des normalen Hornhautepithels getretene pigmentierte verfällt später der regressiven Metamorphose, wonach eine auffallende Verdünnung der pigmentierten Epitheldecke resultiert.

Literatur.

1. Adachi. Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol., Bd. VI u. VII, 1903 u. 1906. Ref. nach Hauschild.
2. Aeby. Die Herkunft des Pigments im Epithel. Med. Zentralbl., 16, 1885.
3. Alfieri. De nuovo metodo per la depigmentazione dei tessuto. Monitore zoologico italiano, 1897. Ref. bei Grunert, Der Dilatator pupillae. Arch. f. Augenheilk., Bd. XXXVI, p. 333.
4. Austein. Pigmentstudien am lebenden Auge. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. L, N. F. XIII, p. 1, 1912.
5. Bab. Über Melanosarcoma ovarii, gleichzetig ein Beitrag zur Physiologie des Pigments. Archiv f. Gynäk., Bd. LXXIX, H. 1.
6. Barfurt. Regeneration der Gewebe. Archiv f. mikr. Anat., Bd. XXXVII, 1891.
7. Bayer. Lehrbuch d. Veterinär-Chirurgie, 1904, p. 704.
8. Branca. Recherches sur la cicatrisation épithéliale. Journ. de l'anat. et de la physiologie, Bd. XXXV, p. 257, 1899.
9. Caspary. Über den Ort der Bildung des Hautpigments. Archiv f. Dermat. u. Syph., 1891, 23. Jahrg., p. 3.
10. Cilimbaris. Über Pigmentzellen in der Hornhaut des Schafes. Archiv f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. LXXV, H. 4, p. 689.
11. Coppez. Etudes sur la pigmentation de la conjunctive. Bullet. de l'Académie de Médecine de Belgique, 1905.
12. Dalla Favera. Ein Beitrag zur Kenntnis der Pigmentnaevi. Zieglers Beiträge z. pathol. Anatomie, Bd. XLIII, p. 43, 1908.
13. Ehrmann. Untersuchungen über die Physiologie und Pathologie des Hautpigments. Vierteljahrsschr. f. Dermat. u. Syph., Bd. XII, 1885 u. Bd. XIII, 1886.
14. — Zur Kenntnis von der Entwickelung und Wanderung des Pigments bei Amphibien. Archiv f. Dermat. u. Syph., Bd. XXIV, p. 195, 1892.
15. — Hyperpigmentationen. Ref. in Lubarsch und Ostertag, Ergebnisse der allgemeinen Pathologie usw., 1896.
16. — Das melanotische Pigment und die pigmentbildenden Zellen des Menschen und der Wirbeltiere in ihrer Entwicklung nebst Bemerkungen über Blutbildung und Haarwechsel. Bibliotheca medica, Bd. II, H. 6, 1896.

17. Fischer. Über Pigment in der menschlichen Conjunctiva. Verhandl. d. anat. Gesellsch., Anat. Anz., Bd. XXVII, Ergänzungsheft.
18. Fleischer. Über eine der „Pseudosclerose“ nahestehende bisher unbekannte Krankheit usw. Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk., Bd. XLIV, 1912.
19. Goldschmidt. Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Zool. Jahrbücher, Abt. f. Anat. u. Ontogenie d. Tiere, Bd. XXI, H. 1, 1904.
20. Grund. Experimentelle Beiträge zur Genese des Epidermispigments. Zieglers Beitr. f. path. Anat. u. allgem. Pathol., Festschrift f. Arnold. 7. Suppl. 1905.
21. Gussenbauer. Über die Heilung per primare intentionem. Arch. f. klin. Chir. Bd. XII, p. 791, 1871.
22. Halpern. Über das Verhalten des Pigments in der Oberhaut des Menschen. Archiv f. Dermat. u. Syph., 23. Jahrg., 1891.
23. Hanes u. Lambert. Amöboide Bewegungen von Krebszellen als ein Faktor des invasiven und metastatischen Wachstums maligner Tumoren. Virchows Archiv, Bd. CCIX, p. 12, 1912.
24. Hauschild. Untersuchungen über die Pigmentation im Auge verschiedener Menschenrassen und die Pigmentation im Säugetierauge überhaupt. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol., Bd. XII, H. 3, p. 473, 1909.
25. Heiberg. Über die Neubildung des Hornhautepithels. Med. Jahrbücher, p. 7, Wien 1871.
26. Hellmich. Experimenteller Beitrag zur Genese des Epidermispigments. Monatsh. f. prakt. Dermat. Bd. XXV, p. 134 u. 184, 1907.
27. Herbst. Über die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. Biolog. Zentralbl., Bd. XIV u. XV, 1894 u. 1895.
28. Hertwig, R. Über physiolgische Degeneration bei Actinosphaerium Eichhorni. Festschrift f. E. Haeckel, Jena 1904.
29. Hochheim. Zwei Fälle melanotischer epibulbärer Sarkome mit auffallender Pigmentierung des Cornealepithels. Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. VI, p. 389, 1901.
30. Hocquard. La plaie de la cornée dans l'operation de la cataracte chez l'homme. Ann. d'oculist., Nov. 1901.
31. Jarisch. Über die Anatomie und Entwicklung des Oberhautpigments beim Frosche. Arch. f. Dermat. u. Syph., 23. Jahrg., p. 559, 1891.
32. — Zur Anatomie und Herkunft des Oberhaut- und Haarpigments beim Menschen und den Säugetieren. Ergänzungsh. z. Archiv f. Dermat. u. Syph., 1891.
33. — Über die Bildung des Pigments in den Oberhautzellen. Ibid. Bd. XXIV, 1892.
34. Kaposi. Über Pathogenese der Pigmentierungen und Entfärbungen der Haut. Arch. f. Dermat. u. Syph., 23. Jahrg., 1891.
35. Karg. Studien über transplantierte Haut. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anatom. Abteilung, 1888.
36. Kayser. Über einen Fall von angeborener grünlicher Verfärbung der Hornhaut. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. XL, II., p. 22, 1902.
37. Kölliker. Woher stammt das Pigment in den Epidermisgebilden? Anat. Anz., Bd. II, 1887.
38. Kodis. Epithel und Wanderzelle in der Haut des Froschlarvenschwanzes. Archiv f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abteilung, 1889.



39. Klebs. Die Regeneration des Plattenepithels. Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmakol., Bd. III, p. 125, 1874.
40. Krämer, A. Die angeborenen Pigmentierungen der Hornhaut. Zentralbl. f. Augenheilk., Bd. XXX, p. 39, 1906.
41. — Ein neuer Beitrag zur angeborenen Hornhautpigmentierung. Ibid., p. 135.
42. Kromayer. Einige epitheliale Gebilde in neuerer Auffassung. Dermatol. Zeitschr. Bd. IV, p. 335, 1897, Ref. nach Yamaguchi.
43. — Zur Histogenese der weichen Hautnaevi, Metaplasie von Epithel zu Bindegewebe. Ibid. Bd. III, p. 263, 1896.
44. Lauber. Beiträge zur Anatomie des vorderen Augenabschnittes der Wirbeltiere. Anat. Hefte, 1. Abt., 59. Heft, 1901.
45. Loeb, L. Über Transplantation von weißer Haut auf einen Defekt in schwarzer Haut und umgekehrt am Ohr des Meerschweinchens. Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen, Bd. VI, p. 1, 1898.
46. — Über Regeneration des Epithels. Ibid. p. 297.
47. Lott. Über den feineren Bau und die physiologische Regeneration der Epithelien, insbesondere des Corneaepithels. Zentralbl. f. med. Wissenschaften, Bd. IX, p. 577, 1871.
48. Lukjanow. Grundzüge einer allgemeinen Pathologie der Zelle. Leipzig 1891.
49. Marchand. Der Prozeß der Wundheilung mit Einschluß der Transplantation. Deutsche Chirurgie, Lief. 16, 1901.
50. — Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft in München, 1899, p. 84.
51. Mayer. Beiträge zur Histologie und Physiologie des Epithels. Neue Folge, Bd. XII, 1892. Ref. nach Meirowsky.
52. Meirowsky. Die Entstehung des Oberhautpigments in der Oberhaut selbst. Monatsh. f. prakt. Dermat., Bd. XLII, p. 541, 1906.
53. — Die Entstehung des Oberhautpigments aus der Substanz der Kernkörperchen. Ibid. Bd. XLIII, p. 155, 1906.
54. — Ursprung und Bildung des Cutispigments beim Menschen. Ibid. Bd. XLIII.
55. — Über den Pigmentierungsvorgang bei der Regeneration der Epidermis nach der Finsenbestrahlung nebst Bemerkungen über Albinismus und Cutispigment. Ibid. Bd. XLIV, p. 111 u. 166, 1907.
56. — Über den Ursprung des melanotischen Pigments der Haut und des Auges. Leipzig 1908. Verl. Klinkhardt. Bibliothek medizin. Monogr., Bd. IV.
57. Menacho. Melanosis des rechten Auges und multiple melanotische epibulb. Neubildung des linken Auges. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. XLIII, p. 354, Okt. 1905.
58. Mertsching. Histologische Studien über Keratohyalin und Pigment. Virchows Archiv, Bd. CXVI, 1889.
59. Moeller. Lehrbuch der Augenheilkunde für Tierärzte, 1910.
60. Neese. Über das Verhalten des Epithels bei der Heilung von Linear- und Lanzenmesserwunden in der Hornhaut. Archiv f. Ophthalm., Bd. XXXIII, H. 1, 1887.
61. Nussbaum. Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde 1882, p. 183; 1883, p. 107 u. 188. Ref. nach Peters.
62. Oberndorfer. Pigment und Pigmentbildung. Sammelreferat in Lubarsch u. Ostertags Ergebnissen, 1908.



63. Oppel. Über aktive Epithelbewegung. Anat. Anzeiger, Bd. XLI, p. 398, 1912.
64. Pergens. Über Pigmentablagerungen in der Bindehaut bei Negern. Soc. belge d'opht. in Brüssel, 30, IV, 1898. Ref. Zentralbl. f. Augenheilk., p. 268, 1898.
65. Peters. Über die Regeneration des Epithels der Cornea. Inaug.-Diss. Bonn, 1885.
66. Post. Über normale und pathologische Pigmentierung der Oberhautgebilde. Virchows Archiv, Bd. CXXXV, p. 479, 1894.
67. Rabl. Mraceks Handb. d. Hautkrankh., Bd. I.
68. Ranvier. Recherches expérimentales sur le méchanisme de la cicatrisation des plaies de la cornée. Arch. d'anat. microsc., Bd. II, p. 44 u. 177, 1898.
69. Ribbert. Über die Regeneration in der Mamilla nebst Bemerkungen über ihre Entwicklung. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. XXXVII.
70. — Über Veränderungen transplantierter Gewebe. Archiv f. Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. VI, p. 131, 1898.
71. — Das Karzinom des Menschen. Cohen. Bonn 1911.
72. Riehl. Zur Kenntnis des Pigments im menschlichen Haar. Vierteljahrsschr. f. Dermat. u. Syph., 11. Jahrg., 1884.
73. Rössle. Der Pigmentierungsvorgang im Melanosarkom. Zeitschr. f. Krebsforsch., Bd. II, p. 291, 1904.
74. Rosenstadt. Studien über die Abstammung und Bildung des Hautpigments. Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. L, Heft 2.
75. Schwalbe. Über den Farbenwechsel winterweißer Tiere. Morphol. Arbeiten, Bd. II, H. 3, 1893.
76. Somya. Über die Regeneration des Epithels der Corneae. Inaug.-Dissert., Bonn 1889.
77. Staffel. Die Genese des melanotischen Pigments. Münch. med. Wochenschr., 6, 1906.
78. Steiner. Über erworbene Pigmentflecke in der Bindehaut der Malaien. Zentralbl. f. Augenheilk., p. 202, 1898.
79. — Pigmentflecke der Hornhaut. Ibid. p. 293.
80. Stock. Weiterer Beitrag zur doppelseitigen angeborenen Melanosis der Cornea. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. XXXIX, p. 770, 1901.
81. Szily jun., A. v. Über die Entstehung des melanotischen Pigmentes im Auge der Wirbeltierembryonen und in Chorioidealsarkomen. Habilitationsschr., Archiv f. mikroskop. Anat., Bd. LXXVII, 1911.
82. Unna. Das Pigment der Haut. Monatsh. f. prakt. Dermat., Bd. VIII, 1889.
83. — Zur epithelialen Abkunft der Naevuszellen. Virchows Arch., Bd. CXLIII, p. 224, 1896.
84. Virchow, H. Mikroskopische Anatomie der äußeren Augenhaut und des Lidapparates. Graefe-Saemischs Handb., Lief. 103—104 u. 184—187, 1906 u. 1910.
85. Wieting u. Hamdi. Über die physiologische und pathologische Melaninpigmentierung und den epithelialen Ursprung der Melanoblastome. Ein primäres Melanoblastom der Gallenblase. Zieglers Beitr. z. path. Anat., Bd. XLII, p. 23, 1907.
86. Westhof. Pigmentation der Conjunctiva. Zentralbl. f. Augenheilk., p. 248, 1898.



87. Weinstein. Experimentelle Untersuchungen über den Heilungsprozeß bei perforierenden Schnittwunden der Hornhaut. Arch. f. Augenheilk., Bd. XLVIII, p. 1. 1903.

88. Wolfrum. Der Naevus der Bindehaut des Augapfels und der Aderhaut und seine Beziehungen zu den melanotischen Tumoren. Ein Beitrag zu der Lehre von der Geschwulstentwicklung am Auge. Archiv f. Ophthalm., Bd. LXXI, p. 195. 1909.

89. Yamaguchi. Beitrag zur Kenntnis der Melanosis corneae. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 1904, I, p. 117.

90. Zietzschmann. Sehorgan in Ellenbergers Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haussäugetiere, p. 422.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I und II.

1. Hornhautpigmentierung im Falle 3 in vivo betrachtet mit dem Hornhautmikroskop.

2. Jüngere Partie vom Pigmentflecke des Falles 3 (Präparat I). Rechts ein im Längsschnitt getroffener Ausläufer des Fleckes, die Pigmentation ließ sich von hier ununterbrochen allmählich zunehmend bis in den zirkumcornealen Pigmentsaum verfolgen. Die zwischen die basalen Zellen des präexistierenden Hornhautepithels vordringenden pigmentierten Epithelien erscheinen langgestreckt und einreihig, in der Richtung zum Hornhautrande (nach rechts) werden sie rundlich, kubisch usw. und bilden schon mehrere Lagen. Links im Schrägschnitt getroffener Ausläufer (Pigmentinsel). Die präexistierenden Hornhautepithelien über den Pigmentepithelien färben sich schwächer und die Grenzen zwischen den einzelnen Individuen sind geschwunden. Das unter den pigmentierten Epithelien gelegene Stroma zeigt Kernvermehrung und Gefäßbildung nebst vereinzelten eingewanderten pigmentierten Bindegewebszellen. Die vordere Grenzmembran ist hier meist geschwunden. Zwischen den pigmentierten Bezirken hat das Hornhautepithel annähernd normale Struktur und das Stroma erscheint unter demselben unverändert. Färbung mit Pikroindigokarmin. Reichert Oc. 3, Obj. 7 a.

3. Fall 6. Präparat IV. Inmitten des pigmentierten Epithels drei reihenweise angeordnete tiefschwarze kuglige Gebilde, von denen eins das Pigment nach außen entleert, die zwei übrigen wölben bloß die Oberfläche hervor. In derselben Reihe drei vakuolenähnliche Gebilde von ähnlicher Form wie die vorigen. Zwei erscheinen zur Oberfläche eröffnet, auch das dritte zeigt in den folgenden Schnitten eine Mündung. Diese Gebilde bestehen aus einer schwach tingierbaren Grundsubstanz, die Kernreste und Chromatinpartikelchen enthält, in zweien finden sich noch Pigmentkörnchen vor, die nach außen abgegeben werden. Rechts erscheint die ganze Epitheldecke pigmentiert (Fleck), links bloß die basale Lage (Ausläufer), von der pigmentierte Fortsätze zu den präexistierenden Hornhautepithelien ausstrahlen. Diese lassen sich



als Einzelindividuen nicht mehr erkennen, ihre Kerne erscheinen aber noch recht gut gefärbt. Die vordere Grenzmembran ist stellenweise untergegangen, stellenweise angedeutet. Überall unter dem pigmentierten Epithel ist der Kerngehalt im Stroma vermehrt und es finden sich neugebildete Gefäße vor. Färbung: Pikroindigokarmin. Reichert Oc. 3, Obj. 7 a.

4. Fall 7, linkes Auge. Präparat V. Entpigmentierter Schnitt. Der Unterschied zwischen dem von außen hineindringenden Epithel (links) und dem präexistierenden (rechts) tritt auch am entpigmentierten Schnitte markant hervor. Gegen das subepitheliale Granulationsgewebe erscheint das neugebildete Epithel überall streng begrenzt. Die vordere Grenzmembran ist untergegangen. Färbung: Hämatoxylin-van Gieson. Reichert Oc. 3, Obj. 7a.

[From the Physiological Department of the University of Glasgow. Director: Professor D. Noël Paton.]

The Persistence of the Nerve Plexus of the Iris after Excision of the Ciliary Ganglion and of the Superior Sympathetic Ganglion.

By

W. B. Inglis Pollock,
M. D., F. R. F. P. S.,
Glasgow.

With eight figures in the text.

Introduction.

There has been considerable controversy over the question of how far the post-ganglionic plexuses are independent of the central nervous system. The work of J. Mc Ilroy (1) has established the independence of the peripheral neurons of the retina, but so far the evidence as regards plexuses acted upon by efferent neurons is inconclusive.

Fletcher (2) has stated that in the retractor penis of the hedgehog, after excision of the first pelvic ganglion and at the same time section of the pudic nerve of the same side, the muscular plexus did not stain with methylene blue. He therefore assumed that "the peripheral nerve endings in the muscle did disappear when a section of both the inhibitor and motor sets of fibres was effected", and that "it points to the non-existence of any local trophic centres within the peripheral end-apparatus itself". Fletcher himself admits that his results were not conclusive.

It seemed possible to find a solution of the question in the nerves of the iris on account of the facts, first, that, in the excised iris light causes contraction of the pupil (Brown-Sequard), and second, that, in the excised eyeball atropin dilates the pupil (de Rupter).

In view of this, Prof. Noël Paton suggested that I should take up the subject. Work for it has occupied my free time during the last three years.

The Innervation of the Iris.

A great amount of investigation has been carried out during the last 50 or 60 years on the relation of the iris and pupil to the central nervous system. The question of the presence of a dilator muscle has caused more discussion, but it may now be taken as solved, and for the purpose of this paper it has been assumed as proved that there is a dilator muscle of the iris (v. Langley and Anderson (3), Parsons (4), and Schäfer (5),) supplied by the fibres passing by the centrum cilio-spinale inferius of Budge (6) and up the sympathetic of the neck through the superior cervical ganglion, in which they have their cell station.

The work which has been done upon the diagnostic value of the mydriasis due to adrenalin has shown that, for a few days after excision of the superior sympathetic ganglion, the pupil of the rabbit and of man dilates with instillations of 1 per cent solution of pure adrenaline into the conjunctival sac (Meltzer and Auer). If the sympathetic has been cut in the neck below the ganglion this procedure does not affect the pupil. Cords (7) believes that the excitability of the sympathetic system is very considerably increased when the sign is positive; and that it may indicate disease of the pancreas, or of the thyroid, or diabetes mellitus. Care must be taken to exclude defects of the surface of the cornea.

The pupillo-constrictor fibres pass by the third nerve to the orbit continuing in the branch to the inferior oblique muscle, but leave it prior to the muscle to enter the ciliary ganglion, where they have their cell station. From the ciliary ganglion they enter the eyeball as the short ciliary nerves, breaking up into 12 or 20 fine filaments before penetrating the sclerotic. The pre-ganglionic fibres running to the ciliary ganglion are mostly of the small medullated type. The post-ganglionic fibres are three or four times as numerous as the pre-ganglionic ones, and according to Parsons (4) are also mainly small medullated fibres. He says: "These autonomic (Langley) post-ganglionic fibres differ therefore from the rule which applies, though with many exceptions, to the post-ganglionic fibres of the sympathetic system in being medullated."

Almost all writers upon the nerves of the iris have emphasised the difficulty of staining them. How difficult this is, may be guaged from the diametrically opposed results which earlier workers obtained. Arnold (8) and Meyer (9) were the first to give accurate descriptions of the nerves of the iris. They employed gold chloride and osmic acid, and their plates are extremely good. Hosch (10) was the first to use the methylene

blue method of Ehrlich. Retzius (11) employed borax-carmine, haematoxylin, saffranin, and fuchsin.

The iris, notwithstanding the dogmatic assertion of Pause (12), is extremely rich in nerve plexuses. The fibres are mainly divided into four plexuses, viz. the motor plexus for the sphincter pupillæ, the motor plexus for the dilator pupillæ, a wide branching plexus in the iris held to be sensory in nature, and the nerves supplied to the vessels. Apart from the latter, the nerve fibres do not follow the line of the vessels.

The anastomoses of the plexuses are very frequent the finer fibres joining and leaving branches in the most elaborate manner, throughout the iris.

Very few workers have found nerve cells in the iris, although most authors except Andogsky (13) and a few others, acknowledge that ganglionic cells are seen in the ciliary body. Arnold (8), Faber (14), Fürst (15), and Hosch (10) have described nerve cells in the iris of the rabbit and of man. Geberg (16) and Melkich (17) found ganglionic cells in the iris of the bird. The earlier workers using the impregnation with gold, found nerve cells lying at the junctions of the nerve fibres in the iris. They could not show a connection between these and the fibres, and it was not until the methylene blue method was applied to the investigation of the subject that Hosch (10) was able to describe fibres passing from nerve cells to the plexus.

Münch (18) and Schock (19), employing the phosphomolybdic acid fixation method, have described an extremely rich plexus in the iris with numerous ganglion cells and a network of fibres in the most intimate connection with the stroma cells. They give illustrations showing nerves ending in the stroma cells. They describe three methods by which this may occur: a) There is a fine network in the protoplasm or nucleus of the cell body; b) nerve endings like the tache motrice (Ranvier) sitting on the cells; c) ganglion cells lying close to the stroma cells without it being possible to tell how they are connected.

Present Investigation.

Methods.

To investigate the independence of the post-ganglionic nerve plexus it was necessary to obtain a denervated iris. For this purpose the ciliary ganglion and the superior cervical sympathetic ganglion have to be excised. The ciliary ganglion was reached through the route described by Anderson. In later work, however, it was found to be easy to reach the ganglion

without removal of any of the bony margins of the orbit. After the incision, the tarso-orbital fascia is opened immediately at the outer margin of the orbit, and two or three sterilized pledgets of cottonwool are inserted behind the eyeball. A hook is passed under the tendon of the external rectus, and an assistant is directed to bring the globe forwards and to rotate it upwards. The ciliary ganglion may now be reached by a comparatively bloodless dissection. In the earlier operations haemorrhage was very troublesome, and the cottonwool pledgets were soaked in an adrenaline solution. In later experiments this was found to be unnecessary.

In the earlier work the ciliary ganglion and the superior cervical sympathetic ganglion were excised on separate days, but in all the later operations the ganglia were removed at the same time. The interval between the operation and the histological investigation of the plexus varied very much. One animal was kept for over a year, but an interval of 14 days was found to be most satisfactory, as all possibility of regeneration was excluded. Albino rabbits were employed for my entire series of experiments on account of the complete absence of pigment, avoiding therefore the necessity for the bleaching of the iris.

The first few months of the research were devoted to finding the most reliable stain for the nerves of the iris. Gold chloride was given up on account of its being so capricious and unreliable. Osmic acid could not be employed because it did not stain the non-medullated fibres of the plexus. The modified Cajal method seemed at first to be satisfactory. Some extremely good results were obtained with it. The finest fibrils were stained, and they could be followed for great distances in the iris. The nerve cells stained by this method were comparatively few, and the connection between them and the nerve fibres could not be exactly made out. As the stain seemed to give reliable results, the experiments were commenced. This, however, proved to be a fallacious start. Sometimes one eye was stained and the other was not, and it was at times the operated side which was stained, and at other times the control side. Every now and again a very good specimen tempted perseverance with the method, although at one time for several months not a single specimen was stained, and as a result over six months' work was lost.

Methylene blue was next used. The procedure described by Hosch (10) based on the method of Dogiel gave most excellent results, and after some preliminary difficulties good results were obtained with regularity. This method was therefore adopted. A small matter of technique might be mentioned, and that is that, throughout the series, the operation was

nearly always on the right side, while the left side was kept for the control. As the injection was given by the aorta, the stain reaches the right eye more easily than the left eye, and unless care is taken the left eye will not be completely stained. This served as an index. When the left eye, i. e., the control side was well stained, it was found that good results were obtained in the right eye, i. e., the operated side.

The following experiments may be cited as typical of the 24 which weve performed:

Experiment 12 — Rabbit No. 14.

October 28th, 1912. Excision of the right ciliary ganglion, under ether anæsthesia.

November 11th, 1912. Wound healed, collodion dressing and sutures removed.

December 9th, 1912. Right superior cervical sympathetic ganglion excised. Ether anæsthesia.

December 22nd, 1912. Wound healed, intra-vitam injection of methylene blue. Ether anæsthesia. Saturated solution of methylene blue used. The animal was killed under the anæsthetic.

After enucleation the iris was removed from each eye and placed in the incubator room at 30° C. Specimens were examined each hour. The best stain was found in the specimens obtained at four and a half hours. In the right eye complete absence of medullated fibres; fine plexus found in the sphincter region, capillaries stained. Left eye showed very good staining of the entire nerves.

Experiment 18 — Rabbit No. 22.

December 22nd, 1912. Excision of the right ciliary and superior cervical sympathetic ganglia, ether anæsthesia.

January 10th, 1913. Sutures and collodion dressing removed.

February 16th, 1913. Ether, methylene blue injection.

Microscopical examination. Right eye, no medullated nerves stained: fine plexus found in the sphincter. Left eye, nerve plaxus well stained.

Discussion of Results.

The normal plexuses of the iris stained by methylene blue, are shown in figure 1. It gives the arrangement of the larger nerves, and will be found to be similar to Meyer's figure 1, Plate XXXI, and Hosch's figure 6, Plate II, except that it is from a lower magnification than either of these

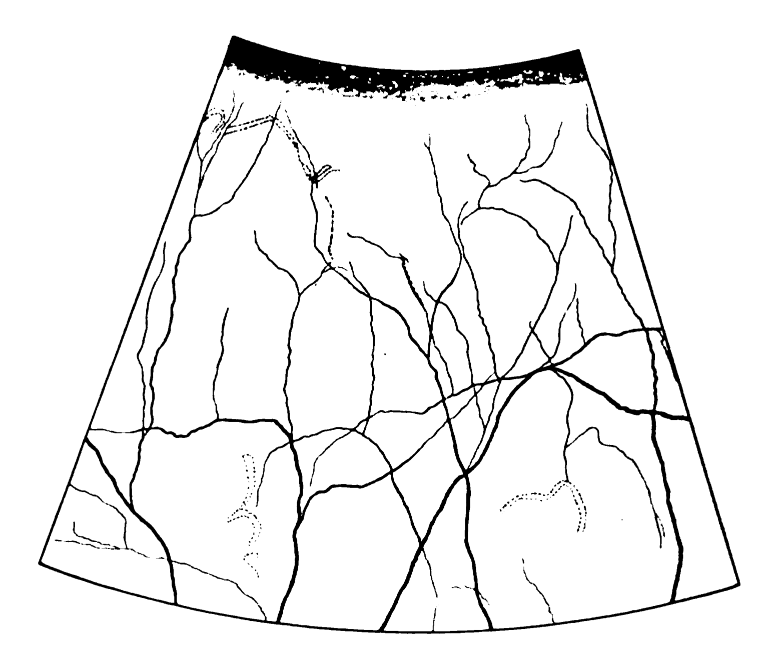


Figure 1.

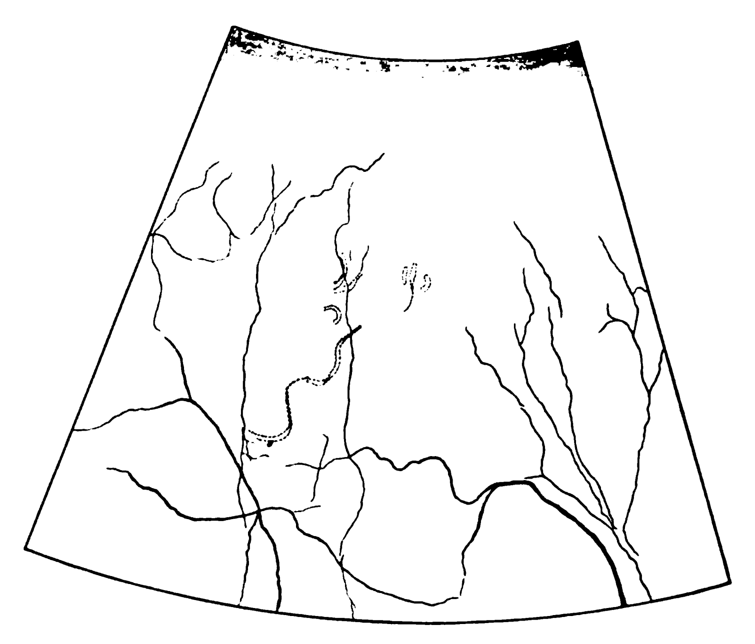


Figure 2.

illustrations, and the finer fibres and plexuses are in consequence not visible. The sphincter pupillæ appears as a faint shading along the pupillary margin. A few blood vessels which had retained the stain, are seen as dotted lines.

Fourteen days after the excision of the ciliary ganglion the medullated nerves of the iris are found to be considerably reduced in number, especially in the branches running to the sphincter pupillae. Figure 2 gives a drawing of the iris under these conditions, and stained by me-



Figure 3.

thylene blue; the same magnification being used as in figure 1, with which it should be compared.

After excision of both the ciliary and the superior cervical sympathetic ganglia of the same side, the medullated nerves of the iris i. e., the post-ganglionic fibres, are found to entirely absent; but if the complete excision has not been performed, medullated fibres will be discovered in the ciliary body and the iris. It has not been considered necessary to give a drawing of the iris denervated by this double operation under the same magnification as in figures 1 and 2, because apart from

a trace of the stain in the blood vessels and the sphincter nothing else would appear.

The delicate peripheral plexus of the sphincter pupillæ was generally best stained in the specimens taken from 4—6 hours after the intravitam injection; although the finest fibres and nerve cells appeared as a rule some time after the specimen had been mounted in ammonium picrate glycerine. If the stain has been pushed too far, the plexus becomes obscured and the connective tissue and stroma cells predominate. Some of these specimens may be difficult to discriminate, as the stroma cells with their processes somewhat resemble nerve cells and fibres.

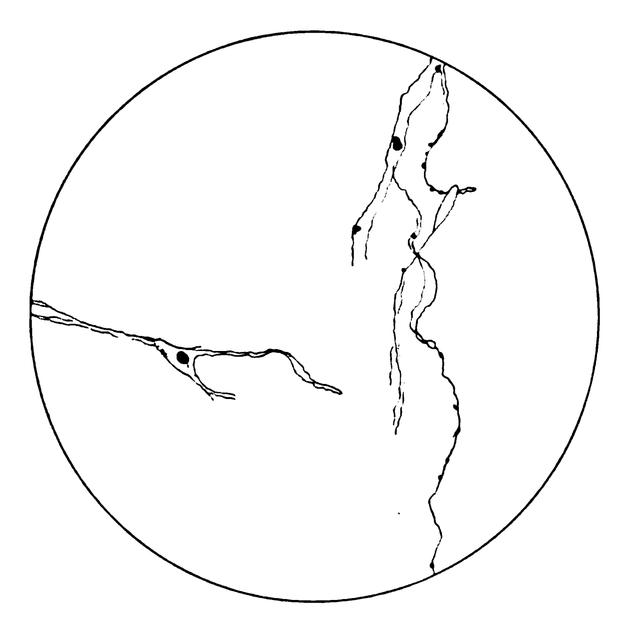


Figure 4.

With the Cajal silver staining method fibres of extraordinary fineness requiring an oil immersion lens for their discovery were seen in the sphincter plexus. With the methylene blue stain very fine fibres were also obtained. Ganglion cells were found with both the silver stain and the methylene blue stain. In the silver stained specimens they appear as triangular cells lying at the junction of nerve fibres (figure 3) and are exactly similar to the cells described by the earlier workers with gold chloride. A nerve cell of the same type but showing fibres originating from it, drawn from a metylene blue stained specimen is shown in figure 4, taken

from the plexus of the iris on the control side. Figure 5 gives a drawing of a bi-polar nerve cell found in the plexus in the iris after denervation.

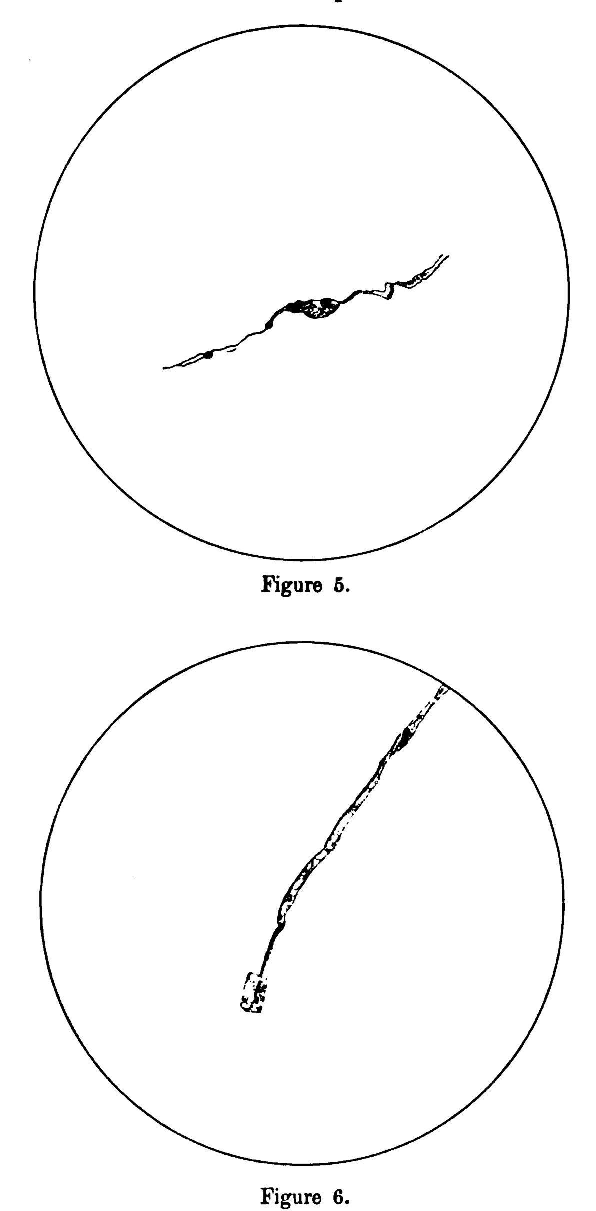


Figure 5.

Figure 6.

In one specimen a fibre was found to end in a body resembling the tache motrice of Ranvier. An oil immersion lens drawing is given in

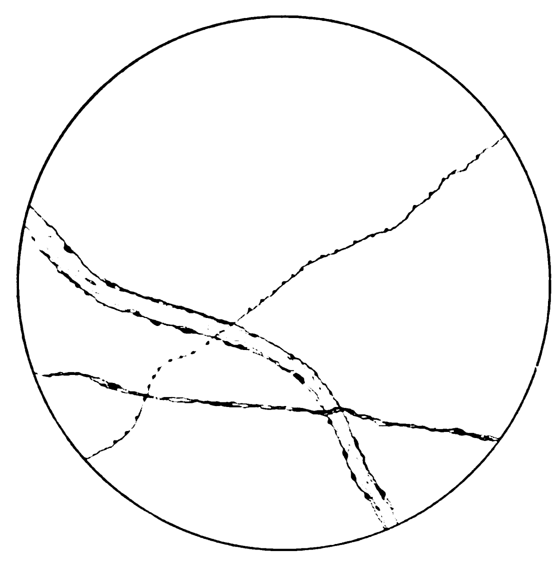


Figure 7.

figure 6. Apart from this solitary specimen no special nerve-endings were found. The terminal fibres of the plexus branch and anastomose freely. They penetrate between and surround the individual muscle cells

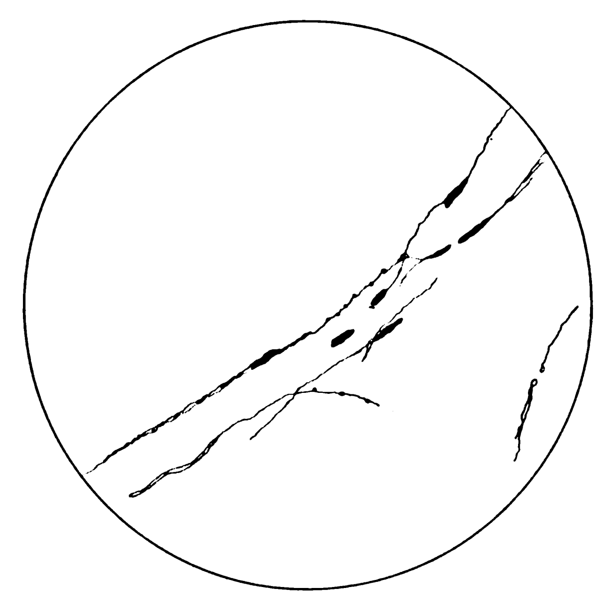


Figure 8.

but no direct connections such as described by Münch (18) and Schock (19), could be found in my methylene blue stained specimens.

The plexus was found both on the operated side and on the control side, sometimes being better stained on the operated side, as referred to earlier in the description of the technique. The normal plexus of the sphincter pupillæ on the control side is shown in figure 7, with a medullated fibre crossing the field. The plexus in the iris fourteen days after denervation by the excision of the ciliary and of the superior cervical sympathetic ganglia of the same side is drawn in figure 8. It will be seen that medullated fibres are completely absent. Several nerve cells are present in the same field. A similar plexus was found in the neighbourhood of the dilator pupillæ after denervation. A few nerve cells and long delicate nerve fibres stretched widely through the iris. These probably belonged to the sensory plexus, showing also the independence of the peripheral sensory neuron, as established by Mc Ilroy (1).

Degenerated nerve fibres were found in an iris ten days after removal of ganglia.

Conclusions.[1])

Evidence is given that a motor plexus with nerve cells exists in the sphincter and in the dilator pupillæ of the rabbit. This plexus lies between the individual cells of the muscles, and contains fibres of extreme tenuity.

The plexus persistes after separation of the iris from the central nervous system by removal of the ciliary ganglion and of the superior cervical sympathetic ganglion. It may therefore be regarded as of the same nature as the plexuses of Auerbach and Meissner in the intestines.

I have in conclusion to acknowledge my indebtedness to Professor D. Noël Paton for suggesting the subject of this research, and for permission to work in his laboratory; and also for the guidance and assistance he has given me. I have also to express my thanks to Dr. G. Herbert Clark, his senior assistant, and to Dr. Hendry, Muirhead Demonstrator, for much assistance given during the course of the work.

The expenses of the research have been partly borne by a grant from the Carnegie Trustees for Scotland.

Bibliography.

1. Mc Ilroy, J. The Independence of the Peripheral Sensory Neuron in view of the results of Experimental Section of the Optic Nerve in the Rabbit. Brain, part CXXXII, vol. XXXIII, 1911.

[1]) Deutsche Übersetzung s. p. 51.



2. Fletcher. Preliminary Note on the Motor and Inhibitor Nerve-endings in Smooth Muscle. Proc. of the Physiol. Soc., Journal of Physiology, vol. XXII, 1897, 1898.
3. Langley and Anderson. On the Mechanism of the Movements of the Iris. Journal of Physiology, vol. XIII, 1892.
4. Parsons. The Neurology of Vision. London 1904.
5. Schäfer. On the Dilator Pupillae of the Human Iris. Quarterly Journal of Experimental Physiology, vol. II, 1909.
6. Budge. Über die Bewegung der Iris. Braunschweig 1855.
7. Cords. Die Adrenalinmydriasis und ihre diagnostische Bedeutung. Wiesbaden 1911.
8. Arnold. Über die Nerven und das Epithelium der Iris. Virchows Archiv f. path. Anat., Bd. XXVII, 1863.
9. Meyer. Die Nervenendigungen in der Iris. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XVII, 1880.
10. Hosch. Ehrlichs Methylenblaumethode und ihre Anwendung auf das Auge. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. XXXVII, Abt. 3, 1891.
11. Retzius. Zur Kenntnis vom Bau der Iris. Biolog. Untersuchungen, neue Folge, Bd. V, 1893.
12. Pause. Über die Nerven der Iris. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. XXIII, Abt. 3, 1877.
13. Andogsky. Zur Frage über die Ganglienzellen der Iris. Archiv f. Augenheilk., Bd. XXXIV, 1897.
14. Faber. Der Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere. Leipzig 1876.
15. Fürst. Om nervena i iris. Nord. med. Arkiv, vol. XII, 1880, ref. Andogsky (13).
16. Geberg. Über die Nerven der Iris und des Ciliarkörpers bei Vögeln. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Histol., Bd. I, 1884.
17. Melkich. Zur Kenntnis des Ciliarkörpers und der Iris bei Vögeln. Anatom. Anz., Bd. X, 1895.
18. Münch. Über die Innervation der Stromazellen der Iris. Zeitschrift f. Augenheilk., Bd. XIV, 1905.
19. Schock. Die Endausbreitung des Nervus sympathicus in der Iris. Archiv f. vergleich. Ophthalm., Bd. I, 1910.

Description of Figures.

The drawings have been all done by the camera lucida by myself with the exception of figure 3, which is from a photomicrograph taken by Dr. G. Herbert Clark.

Figure 1. Normal Iris. Methylene blue stain. Magnification 12 diameters.

Figure 2. Iris 14 days after excision of the ciliary ganglion of the same side. Methylene blue stain. Magnification 12 diameters.

Figure 3. Nerve cell in the sphincter plexus, lying at the junction of nerve fibres. Cajal stain. Magnification 1200 diameters.



Figure 4. Nerve cells from the sphincter plexus of the iris. Methylene blue stain. Magnification 1000 diameters.

Figure 5. Bi-polar nerve cell from the denervated iris, 14 days after operation. Methylene blue stain. Magnification 1000 diameters.

Figure 6. Nerve-ending of the tache motrice type found in the sphincter plexus. Methylene blue stain. Magnification 1400 diameters.

Figure 7. Normal sphincter pupillae plexus, from the control side. Medullated fibre crossing the field. Methylene blue stain. Magnification 1000 diameters.

Figure 8. Sphincter pupillae plexus found in the iris 14 days after excision of the ciliary and the superior cervical ganglia of the same side. Several nerve cells are seen. Methylene blue stain. Magnification 1000 diameters.

Schlußfolgerungen.

(Deutsch vom Hsgbr.)

Im Sphinkter und Dilatator pupillae des Kaninchens existiert offenbar ein motorischer Plexus mit Nervenzellen. Derselbe liegt zwischen den einzelnen Muskelzellen und enthält äußerst feine Fasern.

Der Plexus persistiert nach Isolierung der Iris vom Zentralnervensystem durch Entfernung des Ganglion ciliare und des obersten Halsganglions des Sympathicus. Er kann somit als von gleicher Art wie der Auerbachsche und der Meissnersche Plexus in den Eingeweiden angesehen werden.



Eine neue Methode zur Untersuchung des Lichtsinnes bei Krebsen.

Von

C. Heß in München.

Mit sechs Abbildungen im Text.

I.

Die irrigen Vorstellungen, die noch in weiten Kreisen über den Lichtsinn bzw. Farbensinn der Tiere herrschen, sind zu einem großen Teile darauf zurückzuführen, daß manche Laien meinen, auf dem nach so vielen Richtungen besonders interessanten Gebiete auch ohne Kenntnis der Farbenlehre sich mit Erfolg betätigen zu können. Wer die einschlägige Literatur der letzten Jahre durchgeht, sieht immer aufs neue, wie viele Zeit und Mühe auf Ausarbeitung und Benützung von Methoden verwendet wurde, die der mit der Farbenlehre Vertraute auf den ersten Blick als unbrauchbar und irreführend erkennt. Auch nachdem ich in einer Reihe von Arbeiten an zahlreichen Beispielen gezeigt habe, auf welchen Wegen die einschlägigen Aufgaben der Lösung näher gebracht werden können, begegnen wir immer wieder jenen alten Laienirrtümern, die man mit den unzulänglichsten Methoden stützen zu können glaubt.

Es ist daher wohl nicht überflüssig, wenn ich an einem neuen eindringlichen Beispiele zeige, in wie einfacher Weise selbst der Laie an einer in unseren Gegenden jederzeit leicht erhältlichen Tierart ohne alle instrumentellen Hilfsmittel, lediglich mit farbigen Papieren, sich eine gute Übersicht über einige der wichtigsten und interessantesten Tatsachen des einschlägigen Gebietes verschaffen kann. Unter den bisher von mir zu solchen Zwecken herangezogenen Wirbellosen fand ich von den luftlebenden die Bienen am geeignetsten, von den wasserlebenden die Daphnien. Den Lichtsinn der Biene habe ich im Laufe des letzten Jahres mit verschiedenen neuen Methoden aufs neue eingehend untersucht und darüber

an anderer Stelle berichtet[1]). Im folgenden schildere ich einige neue Versuche an Daphnien.

In früheren Untersuchungen[2]) (1909) wies ich den maßgebenden Einfluß des bis dahin nicht berücksichtigten Adaptationszustandes der Daphnien auf deren Lichtreaktionen nach. Während man früher allgemein angegeben hatte, diese Krebse schwämmen zum Lichte, zeigte ich, daß solches nur für genügend lange hell gehaltene Daphnien zutrifft, während nach Dunkelaufenthalt im allgemeinen schon bald eine Umkehr der Reaktion stattfindet, derart, daß die gleichen Tiere, die, wenn sie im Hellen gestanden hatten, zum Hellen schwammen, nach kurzem Dunkelaufenthalte lebhaft die dunkelste Stelle ihres Behälters aufsuchen. Diese Feststellung ist für die im folgenden zu schildernden Versuche von besonderer Wichtigkeit.

Über die relativen Helligkeiten der verschiedenen farbigen Lichter

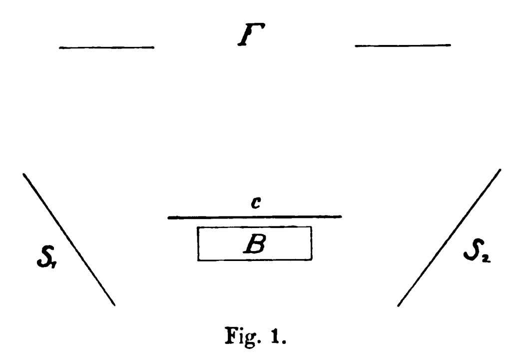


Fig. 1.

für das Daphnienauge habe ich früher an der Hand verschiedener von mir entwickelter Methoden, vor allem mit spektralen und mit Glaslichtern, eingehend berichtet. Um die einschlägigen Tatsachen auch dem Unerfahrenen möglichst eindringlich vor Augen zu führen, bediene ich mich gern der folgenden Methode, die mir auch bei Untersuchungen an Fischen und Bienen vielfach gute Dienste leistet: Der rechteckige, etwa 8 cm lange, 4 cm breite und 2 cm hohe Glasbehälter B wird mit einigen Hundert möglichst frischer Daphnien in passendem Abstande von dem Fenster F so aufgestellt, wie das obenstehende Schema Fig. 1 zeigt. Auf der Fensterseite des Behälters befindet sich ein größerer schwarzer Karton c, der einige Zentimeter höher als der Glasbehälter ist, so daß

[1]) Zoolog. Jahrb. Abteil. f. allgem. Zoolog. u. Physiol.. Bd. 34.

[2]) C. Heß: Untersuchungen über den Lichtsinn bei wirbellosen Tieren. Arch. f. Augenheilk. Bd. LXIV, Ergänzungsheft. 1909.

dieser genügend gegen das direkt vom Fenster F einfallende Licht geschützt ist. Rechts und links von dem Behälter können große farbige oder farblos graue Schirme S_1 und S_2 aufgestellt und leicht nach Bedürfnis ausgewechselt werden. Ich bediene mich dazu großer ebener Kartons von 40 cm Seitenlänge, die mit gesättigt farbigen (Heringschen) bzw. mit farblosen (hell- und dunkelgrauen), nicht glänzenden Papieren bespannt sind.

Man geht am zweckmäßigsten zunächst in der Weise vor, daß man vor Beginn eines Versuches den Behälter für etwa 5—10 Minuten mit einem schwarzen Tuche überdeckt. Entfernt man nun das Tuch, so schwimmt bald der größte Teil der Daphnien nach der Fensterseite des Behälters, da es hier, hinter dem Schirme c, am dunkelsten für sie ist. Bringt man nun nach S_1 (links) einen weißen, nach S_2 (rechts) einen schwarzen Karton, so schwimmt bald die Mehrzahl der Daphnien in der Richtung nach dem schwarzen Karton; vertauscht man schnell die Kartons, so daß nun der schwarze links, der weiße rechts steht, so machen die Daphnien augenblicklich kehrt und eilen in raschen, lebhaften Stößen wieder auf den schwarzen Karton zu. In welchem Umfange diese Ansammlungen oft erfolgen, zeigen die Blitzlichtaufnahmen Fig. 2 und Fig. 3; in Fig. 2 stand der schwarze Karton links, in Fig. 3 unter sonst gleichen Bedingungen rechts. Die verschiedenen bisher von mir benutzten Daphnienarten verhielten sich im wesentlichen gleich; zu den Aufnahmen von Fig. 2 und 3 diente Simocephalus, zu der von Fig. 4 Daphnia pulex.

Die beiden zur Belichtung benützten Kartons müssen bei allen vergleichenden Beobachtungen unter gleichem Winkel zur Lichtquelle stehen. Von wie großer Bedeutung dies ist, zeigen z. B. die folgenden Versuche: Man stelle beiderseits je einen weißen Karton unter dem gleichen Winkel von 45° zur Achse des Behälters auf und überzeuge sich durch naheliegende photometrische Prüfungen, daß sie beide gleich stark belichtet sind, also gleich hell erscheinen[1]). Die das Dunkel aufsuchenden Daphnien pflegen sich dann, d. h. also bei gleich starker Belichtung von beiden Seiten, vorwiegend in den mittleren Teilen des Behälters anzusammeln. Dreht man nun etwa den linken Karton im Sinne des Uhrzeigers um einige Grade um seine senkrechte Achse, so genügt schon die hierdurch bedingte, verhältnismäßig geringe Lichtstärkenverminderung dieses Kartons, um die Daphnien deutlich nach links schwimmen zu lassen; dreht man den Karton rasch in seine Ausgangsstellung zurück und gleich-

[1]) Es können unter Umständen schon vor dem als Lichtquelle dienenden Fenster stehende Häuser oder Bäume bei bestimmtem Stande der Sonne eine für unsere Versuche störende Ungleichheit der Belichtung beider Flächen zur Folge haben.

zeitig den gegenüberstehenden (rechten) Karton um einige Grade in dem Uhrzeiger entgegengesetztem Sinne, so machen die Daphnien kehrt und eilen auf die jetzt etwas weniger helle rechte Fläche zu.

Die Tiere schwimmen unter sonst gleichen Verhältnissen um so eiliger und um so vollzähliger nach der einen oder anderen Seite, je größer der Lichtstärkenunterschied zwischen beiden Flächen ist, am leb-

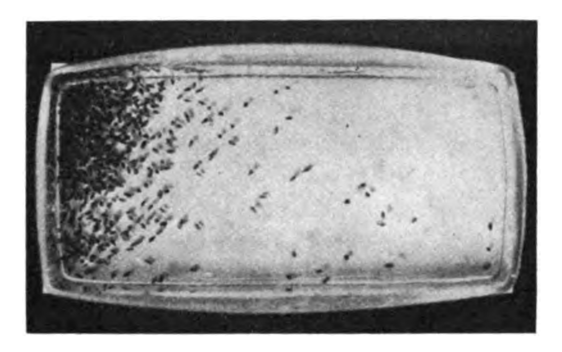


Fig. 2.

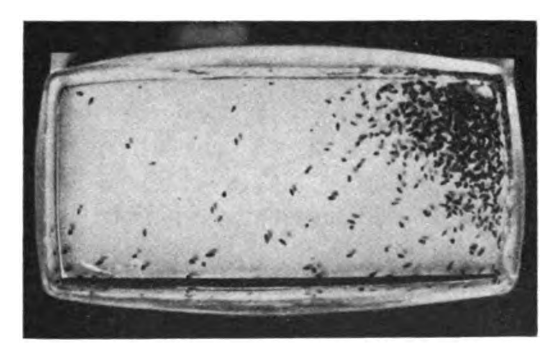


Fig. 3.

Simocephalus, nach dem in Fig. 1 wiedergegebenen Schema bestrahlt. In Fig. 2 stand links ein schwarzer, rechts ein weißer Karton, in Fig. 3 stand der schwarze Karton rechts, der weiße links.

haftesten und vollzähligsten, wenn man sie zwischen eine weiße und eine schwarze Fläche bringt. Bei sehr kleinen Lichtstärkenunterschieden beider Flächen schwimmen die Tiere vielfach nicht bis zu dem einen oder dem anderen Ende des Behälters, sondern nur eine mehr oder weniger große Strecke von der Mitte nach rechts oder links; aber auch dann kann man insbesondere an der unmittelbar nach raschem Vertauschen beider Kartons sichtbaren plötzlichen Umkehr der Schwimmrichtung der Mehrzahl der

Tiere schon leicht mit Sicherheit erkennen, welche von beiden Flächen für sie die weniger helle ist. Vielfach fand ich es in solchen Fällen zweckmäßig, den Behälter nicht so zu stellen, wie es in der Figur gezeichnet ist, sondern ihn um 90° aus dieser Stellung zu drehen, so, daß nicht die schmale, sondern die breite Seite den beiden zur Belichtung dienenden Flächen zugekehrt war.

Hat man in der angedeuteten Weise das Verhalten der Daphnien gegenüber farblosen Flächen von verschiedener Helligkeit genügend kennen gelernt, so geht man zur Untersuchung mit farbigen Flächen über. Bringt man nach dem Versuche mit einer weißen und einer schwarzen Fläche rasch an Stelle der weißen eine rote oder orangefarbige, an Stelle der schwarzen eine blaue oder grüne Fläche, so machen die Daphnien, die vorher nach dem Schwarz geschwommen waren, rasch kehrt und eilen lebhaft auf das Rot bzw. Orange zu, obschon diese beiden Flächen unserem normalen, helladaptierten Auge beträchtlich heller erscheinen, als das Blau bzw. Grün. Man prüft auf die geschilderte Weise systematisch möglichst viele Kombinationen von zwei verschiedenfarbigen, sowie von einem farbigen und einem grauen Papier. Bringt man z. B. auf die linke Seite ein schönes Rot, auf die rechte ein Grau von mittlerer Helligkeit, so eilen die das Dunkel aufsuchenden Daphnien nach dem Rot, während sie, wenn das Rot durch ein helles Grün ersetzt wird, auf das Grau zuschwimmen, usw.

Es ist mit dem hier geschilderten einfachen Verfahren leicht, in verhältnismäßig kurzer Zeit einen Überblick über die relativen Helligkeiten zu gewinnen, die die verschiedenen farbigen Papiere für das Daphnienauge haben. Über die relativen Helligkeitswerte der gleichen farbigen Papiere für das total farbenblinde Menschenauge kann der Laie sich einen für die vorliegenden Zwecke genügenden Überblick verschaffen, indem er die Papiere in einem passenden Dunkelzimmer, an dessen schwache Belichtung er sich durch längeren Dunkelaufenthalt gewöhnt hat, oder aber des Abends bei zunehmender Dämmerung, bei so geringen Lichtstärken betrachtet, bei welchen er die farbigen Papiere nicht mehr farbig, sondern farblos grau sieht. Es ist dann bekanntlich besonders auffällig, daß ein bei Tage helles Rot oder Gelbrot nunmehr dunkelgrau, fast schwarz erscheint, während ein Blau, das bei Tage dunkler als das Rot erschienen war, jetzt verhältnismäßig hell, und viel heller grau gesehen wird, als jenes dem Rot entsprechende dunkle Grau. Ebenso wie wir unter diesen besonderen Verhältnissen sieht der von Geburt total farbenblinde Mensch die farbigen Papiere auch bei höheren Belichtungsstärken und bei Tageslicht.

Man überzeugt sich in der angegebenen Weise leicht, daß bei allen Versuchen mit zwei farbigen oder mit einer farbigen und einer grauen Fläche die das Dunkel aufsuchenden Daphnien stets zu der Fläche schwimmen, die dem total Farbenblinden als die dunklere von beiden erscheint, einerlei, wie sie der Farbentüchtige sieht.

Zum guten Gelingen der bisher angegebenen Daphnienversuche ist wünschenswert, nach 2—3 Beobachtungen die Tiere aufs neue durch Bedecken mit einem schwarzen Tuche für einige Minuten dunkel zu halten. Denn schon durch die verhältnismäßig kurze und nicht sehr starke Belichtung während der einzelnen Versuche kann das Verhalten eines mehr oder weniger großen Teiles der Daphnien dem Lichte gegenüber sich um-

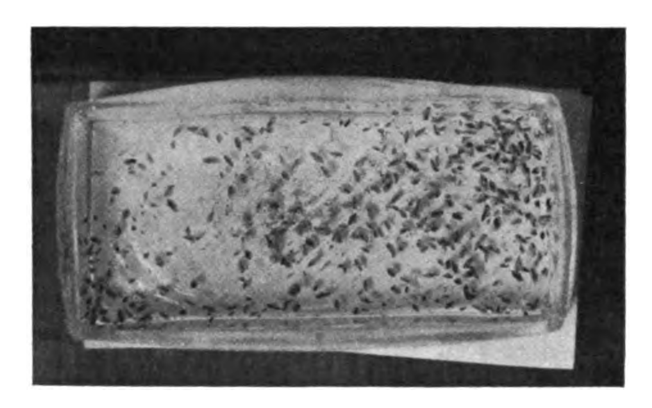


Fig. 4.

kehren, so, daß jetzt bei Versuchen mit einer weißen und einer schwarzen Fläche sie sich zum Teile nicht mehr zur dunklen, sondern zur hellen Fläche wenden. Den ersten Beginn eines solchen Verhaltens zeigt die Blitzlichtaufnahme (Fig. 4), die unter gleichen Verhältnissen wie Fig. 2 u. 3, aber mit Tieren hergestellt ist, die einige Minuten, von einem Karton leicht beschattet, am Hellen gestanden hatten; zwar geht die Mehrzahl der Tiere noch nach der Seite des schwarzen Kartons, aber nicht mehr so lebhaft wie jene anderen, in Fig. 2 u. 3 abgebildeten, und eine kleine Gruppe ist bereits nach der Seite des weißen Kartons geschwommen und hat sich hier in der hellsten Ecke des Behälters angesammelt.

Die zuletzt mitgeteilten Erscheinungen, die ich bereits bei meinen früheren Untersuchungen kurz erörterte, zeigen, daß in einem Behälter insbesondere dann, wenn er nicht in allen seinen Teilen gleichmäßig belichtet ist, verschiedene Tiere sich in verschiedenem Adaptationszustande

befinden und dementsprechend ein wesentlich verschiedenes Verhalten zum Lichte zeigen können. Diese Tatsache, die den Anfänger auf den ersten Blick verwirren mag, gibt dem Erfahrenen ein wertvolles Mittel an die Hand, die vorher geschilderten Versuchsreihen mit farbigen Flächen durch weitere neue vielfach zu erweitern. Hat man z. B. die Tiere so lange hell gehalten, daß die meisten von einer dunkelgrauen Fläche weg und zu einer hellgrauen hinschwimmen, und macht man in diesem Stadium einerseits die rote oder orangefarbige, andererseits die blaue, grüne oder hellgraue Fläche sichtbar, so eilen die gleichen Tiere, die vor wenigen Minuten, als sie noch das Dunkel aufsuchten, zum Rot bzw. Orange geschwommen waren, nunmehr nach dem Blau bzw. Grün oder Hellgrau.

Wer sich mit den hier kurz angedeuteten Verschiedenheiten der Lichtreaktionen hell und dunkel gehaltener Daphnien genügend vertraut macht, kann leicht die geschilderten, zum Teile höchst überraschenden Versuche aufs mannigfachste variieren und so auch mit der einfachen Methode der farbigen Papiere abermals eine große Zahl von neuen Beweisen für die Richtigkeit der früher von mir festgestellten Tatsache erbringen, daß die relativen Helligkeitswerte der verschiedenen farbigen Lichter für das Daphnienauge bei jedem Adaptationszustande weitgehende Übereinstimmung mit jenen für das total farbenblinde Menschenauge zeigen, dagegen von jenen für ein farbentüchtiges Menschenauge durchaus und in ganz charakteristischer Weise verschieden sind.

Es bedarf wohl keiner Erwähnung, daß das hier beschriebene neue Verfahren die früher von mir entwickelten Methoden zur Untersuchung der Krebse mit homogenen und mit Glaslichtern nicht etwa ersetzen soll. Diese letzteren Verfahren werden immer besonders gute Dienste tun, wo es sich z. B. um genaue messende Untersuchung der Wirkung von Strahlen bestimmter Wellenlänge handelt. Der Laie aber, der, ohne eingehendere Untersuchungen anzustellen, eine Vorstellung von den so merkwürdigen und übersichtlichen Lichtreaktionen der Daphnien gewinnen will, kann sich auf dem eingeschlagenen Wege besonders leicht von der Unhaltbarkeit der heute noch vielfach herrschenden Ansichten über angeblichen Farbensinn bei unseren Krebsen überzeugen[1]. —

[1]) In welcher Weise auch diese neue Methode mit Pigmentlichtern leicht zu messenden Untersuchungen benutzt werden kann, ergibt sich für den mit der Farbenlehre Vertrauten von selbst.

v. Frisch schrieb in einem Aufsatze über Färbung und Farbensinn der Tiere (1912), wenn man aus meinen an Fischen und wirbellosen Tieren erhobenen Befunden schließen wolle, daß diese total farbenblind seien, so sei dies „lediglich ein Analogieschluß". Dieser Schluß sei aber „falsch", denn „der Fisch verhält sich zwar in seinem Helligkeitssinn wie ein Farbenblinder, daran ist nach den Untersuchungen von Heß nicht zu zweifeln. Er hat aber auch Farbensinn".

Wenn wir eine mit den Blättern, den Blüten und dem Dufte der Rose versehene, kurz in allen Beziehungen wie eine Rose sich verhaltende Pflanze als „Rose" bezeichnen, so ist dies ja wohl auch „lediglich ein Analogieschluß" von den gleichen charakteristischen Merkmalen auf gleiches Wesen. Wollte der Autor nun annehmen, diese Pflanze sei keine Rose, sondern etwas ganz anderes, vielleicht gar etwas, wovon wir uns gar keine Vorstellung zu machen vermögen und das nur zufällig als Rose in Erscheinung trete, so wäre diese Annahme um nichts unwahrscheinlicher, als wenn er annimmt, es könne ein Tier die für ein total farbenblindes Menschenauge charakteristischen Merkmale zeigen, dabei aber „auch Farbensinn" haben. Daß ein Mensch sich so, wie ein total Farbenblinder, aber doch zu gleicher Zeit wie ein Farbentüchtiger verhalten könne, wird wohl niemand ernstlich annehmen wollen; für die Tiere aber wird eine solche Annahme von Laien in der Farbenlehre immer wieder vertreten[1]).

Wesentlich ist ferner die Tatsache, daß wir durch meine Untersuchungen die Helligkeitsempfindungen jener Fische und Wirbellosen genügend genau kennen gelernt haben, um mit Bestimmtheit voraussagen zu können, wie die Tiere sich zwei beliebig gewählten farbigen Lichtern gegenüber verhalten werden; wir brauchen dazu nur die Helligkeitswerte dieser farbigen Lichter für das total farbenblinde Menschenauge zu kennen.

Damit erledigt sich die Annahme, die fraglichen Tiere könnten einen dem unsrigen ähnlichen oder aber einen ganz anderen Farbensinn haben, von dessen Art wir uns keine Vorstellung zu machen vermöchten.

---

[1]) Neuerdings schreibt v. Frisch gar, wir wüßten nicht, „warum die Helligkeitsverteilung im Spektrum für den total farbenblinden Menschen eine andere ist, als für den farbentüchtigen". Tatsächlich wissen wir sehr gut, daß dies eben deshalb der Fall ist, weil der total farbenblinde Mensch keine Farben wahrnimmt. v. Frischs Annahme, die Krebse hätten ein „dichromatisches" Farbensystem (s. u.), erledigt sich schon durch die Tatsache, daß die Helligkeitsverteilung im Spektrum für den „Dichromaten" eine durchaus andere ist, als für die Krebse und für den total farbenblinden Menschen.



II.

Die vorstehenden Untersuchungen lagen im wesentlichen druckfertig vor, als ein Aufsatz von v. Frisch und Kupelwieser[1]) über Daphnien erschien, in dem die Autoren zu dem Ergebnisse kommen, es seien die von ihnen „geschilderten Tatsachen am ehesten mit der Vorstellung in Einklang zu bringen, daß wir es hier mit einem dichromatischen Farbensystem zu tun haben".

Es ist zu begrüßen, daß auf Grund meiner Untersuchungen nunmehr auch Zoologen von der herkömmlichen Annahme eines vorzüglichen Farbensinnes bei verschiedenen Wirbellosen sich lossagen und damit in einem der wesentlichsten Punkte meiner Darstellung anschließen. Hat doch v. Frisch auch für die Bienen durchaus in Anschluß an meine Darstellung bereits anerkannt, daß sie Rot nicht von Schwarz und Purpur nicht von Blau unterscheiden können. Er nimmt aber noch an, die Bienen hätten einen Farbensinn wenigstens für Gelb und Blau und stellt den unverständlichen Satz auf, sie sähen zwar kein Rot, aber die Blumenfarben seien doch „um der Insekten willen" da. Nach v. Frisch würde sich also die Mehrzahl aller Blumen, nämlich sämtliche nicht rein gelben und blauen, anders färben, als sie von den Bienen gesehen werden können; sie würden sich in Orange, Gelblichrot, Rot, Purpur und Violett färben, um gelb, schwarz oder blau auszusehen! Ähnliches nimmt er auch für eine Reihe von Fischen an, die nach ihm sich rot färben sollen, um gelb auszusehen.

Auch in ihrer Krebsarbeit sind die beiden Autoren, trotz weitgehender Anlehnung an die von mir entwickelten Gesichtspunkte und Methoden, auf halbem Wege stehen geblieben, indem sie zwar die Richtigkeit meiner Befunde über die relativen Helligkeiten der verschiedenen farbigen Lichter für die Augen der untersuchten Krebse anerkennen, dennoch aber den Daphnien wenigstens einen „dichromatischen" Farbensinn zuschreiben.

Für den mit der wissenschaftlichen Farbenlehre Vertrauten bedürfen diese Versuche und Betrachtungen angesichts ihrer zahlreichen auffälligen Fehler keiner besonderen Widerlegung; auch wird der aufmerksame Leser meiner früheren Arbeiten über den Lichtsinn bei Krebsen unter den dort mitgeteilten Beobachtungen mit spektralen und mit Glaslichtern viele finden, welche die Irrigkeit der neuen Angaben der beiden Autoren ohne weiteres leicht erkennen lassen. Um aber auch dem Laien Gelegenheit

[1]) Über den Einfluß der Lichtfarbe auf die phototaktischen Reaktionen niederer Krebse. Biol. Zentralbl. Bd. XXX, No. 9 (1913). Vgl. die Besprechung im bibliographischen Teile dieses Heftes.

zu geben, sich ein eigenes Urteil zu bilden, schildere ich kurz einige Versuche, die mit der im ersten Abschnitte beschriebenen Methode leicht angestellt werden können.

Als Hauptergebnis ihrer Versuche mit Pigmentlichtern stellen die Autoren den Satz auf: „Die langwellige Hälfte des Spektrums, das Rot, Gelb und Grün bis etwa zur Linie b zieht die Daphnien an, wirkt positivierend; die kurzwellige Hälfte des Spektrums, das Blaugrün, Blau und Violett stößt die Daphnien ab, wirkt negativierend." Es soll „auf Daphnien, die sich in blauem und auf solche, die sich in gelbem Lichte befunden haben, das gleiche weiße Licht die entgegengesetzte Wirkung" ausüben. Auch die Augenbewegungen der Daphnien sollen bei einer bestimmten Versuchsordnung „von rotgelbem und blauem Lichte in gegensinniger Weise beeinflußt werden".

Diese Sätze gründen sich wesentlich auf die Angabe, daß Daphnien, die an eine bestimmte Lichtstärke adaptiert seien, auf mittelstarke Herabsetzung der Lichtintensität durch Annäherung an das Licht reagieren, dagegen auf Vorsetzen einer Blauscheibe vor die Lichtquelle trotz der Intensitätsverminderung vom Lichte wegeilen sollen. Umgekehrt sollen die fraglichen Daphnien durch Verstärkung der Lichtintensität „negativiert" werden, dagegen trotz dieser Verstärkung auf die Lichtquelle zuschwimmen, wenn zu dem verstärkten Lichte noch Orangerot hinzugefügt werde.

Ich habe genau nach den Angaben der Autoren einen Apparat herstellen lassen, mit dem ich die einschlägigen Verhältnisse wiederholt geprüft habe. Trotz der wenig zweckmäßigen Anordnung des Apparates (s. u.) kann man auch mit ihm die von mir früher gefundenen Tatsachen über das Verhalten der Daphnien zum Lichte leicht bestätigen und sich von der Unrichtigkeit der Angaben von v. Frisch und Kupelwieser überzeugen.

Nach den beiden Autoren sollte unter den in Frage kommenden Bedingungen Gelb und Blau als Farbe entgegengesetzte Wirkung auf die Daphnien üben. Daß dies nicht der Fall ist, geht schon aus meinen früheren Versuchen genügend hervor und läßt sich auch mit meiner neuen Methode leicht auf verschiedene Weise zeigen.

Nehmen wir zur Belichtung der Krebse in unserem Behälter B (Fig. 1) einerseits ein möglichst gesättigtes Blau, andererseits ein ebensolches Gelb von angenähert gleichem farblosen Helligkeitswerte, so daß also die beiden Flächen dem total farbenblinden Auge annähernd gleich erscheinen, so müssen, wenn die Daphnien sich wie total farbenblinde Menschen verhalten, die beiden farbigen Flächen unter allen Umständen gleiche Wirkung auf die Tiere haben, während sie nach v. Frisch und Kupelwieser unter den fraglichen Verhältnissen entgegengesetzte Wirkung haben müssen.

Zur Entscheidung der Frage, welche von diesen beiden Voraussetzungen der Wirklichkeit entspricht, stellen wir folgende drei Gruppen von Versuchen an:

1. Es wird bei der in Schema 1 wiedergegebenen Anordnung links die gelbe, rechts die blaue Fläche sichtbar gemacht; die Daphnien schwimmen weder nach der blauen noch nach der gelben Seite, sondern bleiben vorwiegend in den mittleren Behälterteilen, sie verhalten sich genau so, wie wenn beiderseits zwei ganz gleiche Flächen sichtbar gemacht werden. Vertauschen der blauen und der gelben Fläche miteinander ist ohne Einfluß auf die Verteilung der Tiere. Dreht man in der auf S. 54 beschriebenen Weise eine der beiden farbigen Flächen so um ihre vertikale Achse, daß sie etwas weniger stark belichtet ist, als die andere, so schwimmen die zum Dunkeln gehenden Tiere sofort auf diese zu, einerlei, ob es die gelbe oder die blaue ist. Wenn auf der einen Seite die blaue oder gelbe, auf der anderen eine graue Fläche von angenähert gleichem farblosen Helligkeitswerte sichtbar gemacht wird, so zeigen die Tiere dieser gegenüber stets das gleiche Verhalten wie gegenüber der gelben oder der blauen Fläche.

2. Es wird auf der einen Seite das vorher benützte Blau sichtbar gemacht, auf der anderen ein Grau, das dem total farbenblinden Menschenauge etwas dunkler erscheint, als das Blau; die das Dunkel aufsuchenden Daphnien schwimmen nach dem Grau. Wird nun rasch die blaue Fläche durch die gelbe von angenähert gleichem farblosen Helligkeitswerte ersetzt, so ändert dies nichts am Verhalten der Daphnien, sie schwimmen jetzt ganz ebenso vom Gelb zum Grau, wie sie vorher vom Blau zum Grau geschwommen waren.

3. Es wird auf der einen Seite ein Grau sichtbar gemacht, das dem total Farbenblinden etwas heller erscheint als das Blau und das Gelb: wird nun auf der anderen Seite eine von den beiden farbigen Flächen sichtbar gemacht, so schwimmen die zum Dunkeln gehenden Daphnien nach dieser Seite, und zwar wiederum bei Erscheinen des Blau in ganz der gleichen Weise, wie bei Erscheinen des Gelb.

Zur Widerlegung der Angaben von v. Frisch und Kupelwieser genügt schon das Ergebnis der ersten Versuchsgruppe; in voller Übereinstimmung mit diesem steht das Verhalten der Daphnien bei den übrigen Gruppen, die der Erfahrene leicht in der mannigfachsten Weise variieren wird.

Nach einem ihrer „Fundamentalversuche“ sollte Vorsetzen eines blaßblauen Strahlenfilters vor eine konstant wirkende Lichtquelle so wirken, wie sonst Lichtstärkenerhöhung, Vorsetzen eines gesättigteren Blau da-

gegen so, wie sonst Lichtstärkenverminderung. Dazwischen müßte somit notwendig ein mittleres Blau vorhanden sein, das, trotz der Lichtstärkenverminderung und trotz seiner „spezifischen“ Wirkung, ohne jeden Einfluß auf die Daphnien wäre.

Im Hinblicke auf diese Angaben stellte ich u. a. Versuche in der Weise an, daß ich Daphnien so, wie beim „Fundamentalversuch“ der beiden Autoren, mit einer passenden Lichtquelle bestrahlte und nun vor letzterer die durchgefärbten Zeißschen Blauglaskeile verschob, deren ich mich zu Farbenversuchen vielfach bediene. (Genaueres über diese siehe in meinen früheren Arbeiten.) Einer dieser Keile erschien, wenn man nahe seiner Kante durchblickte, sehr blaß blau und ließ hier noch einen ansehnlichen Teil des Rot und Gelb des Spektrums durch, an seiner Basis erschien er viel schöner blau und ließ entsprechend weniger von jenen beiden Strahlengruppen durch. Ein anderer Blaukeil war im ganzen dunkler blau und ließ vorwiegend die kurzwelligen Strahlen des Spektrums durch. Durch Verschieben der Keile vor der Lichtquelle kann man also in kontinuierlichem Übergange die verschiedensten Arten von Blau, von einem sehr „blassen“ bis zu einem tief dunklen Blau, auf die Tiere wirken lassen. Wären die Angaben der beiden Autoren richtig, so müßte das angeblich gegensätzliche Verhalten der Daphnien gegenüber einem mehr und einem weniger hellen Blau bei einer derartigen Untersuchungsweise besonders deutlich hervortreten. Nichts davon war zu sehen: das blasse Blau bei Vorhalten der kantennahen Keilpartien vor die Lichtquelle wirkte in allen Versuchen so, wie sonst mäßige Lichtstärkenverminderung[1]) und diese Wirkung nahm kontinuierlich zu, wenn der Keil weiter vorgeschoben und das Blau entsprechend gesättigter wurde.

Durch Benutzen einer der früher von mir angegebenen Methoden der Untersuchung mit kontinuierlich variablen Lichtern hätten die Autoren sich also leicht von der Unmöglichkeit ihrer Befunde überzeugen können.

Ich habe früher gezeigt, daß man auch durch Untersuchung der Augenbewegungen der Daphnien im Spektrum über die relativen Helligkeiten der verschiedenen homogenen Lichter für die Augen der Krebse Aufschluß erhalten kann; meine Befunde, die ich durch entsprechende Beobachtungen mit Glaslichtern vielfach ergänzte, wurden neuerdings durch sehr sorgfältige Untersuchungen bestätigt, die Erhard[2]) mit

---

[1]) Ich stellte dies jedesmal fest durch Vergleichen der Wirkung des Blaukeiles mit der Wirkung eines in entsprechender Weise vorgehaltenen Keiles von farblos grauem Glase.

[2]) H. Erhard, Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes der Daphnien. Biol. Zentralbl. Bd. XXXIII, Nr. 8, 1913.



farbigen Papieren vornahm. v. Frisch und Kupelwieser stellen auf Grund einiger Beobachtungen nach den von mir entwickelten Gesichtspunkten, wobei sie sich aber auf Versuche mit farbigen Gläsern beschränken, den Satz auf: „Die Wirkung von rotem und gelbem Licht war von der Wirkung blauer Lichter qualitativ verschieden.“ Ich darf auf eine eingehendere Erörterung dieses Satzes verzichten, da meine und Erhards eben erwähnte Arbeiten dem Leser genügend zahlreiche Tatsachen an die Hand geben, um die Fehlerhaftigkeit auch dieser Angabe der beiden Autoren zu erkennen. —

Auch bei Artemia salina stellte ich eine Reihe von neuen Versuchen an. Ich habe diese Krebsart wegen ihrer lebhaften Reaktion auf äußerst geringe Lichtstärkenunterschiede zu messenden Lichtsinnuntersuchungen besonders geeignet gefunden und darüber bereits vor zwei Jahren eingehend berichtet; auch entwickelte ich damals zum ersten Male die Methoden zu wissenschaftlicher Untersuchung der vom Hellen zum Dunklen gehenden Tierarten im Spektrum und konnte unter anderem durch eine Methode der kompensatorischen Belichtung mit Mischlichtern von variabler Stärke zeigen, daß auch diese Branchiopoden sich wie unter entsprechende Bedingungen gebrachte total farbenblinde Menschen verhalten.

v. Frisch und Kupelwieser übergehen alle diese Tatsachen und führen nur einige von ihnen mit Glaslichtern bei Artemia angestellte Versuche an, aus welchen sie schließen, daß diese Krebse „im wesentlichen die gleiche Abhängigkeit von der Qualität des Lichtes“ zeigen sollen, wie die Daphnien.

Ich fand Artemia auch zu Untersuchungen mit der im ersten Abschnitte geschilderten neuen Methode besonders geeignet und habe daher auch hier die Einwirkung farbiger Lichter aufs neue systematisch durchgeprüft. Die Tiere, die ich, ähnlich wie die Daphnien, vor Beginn der Versuche dunkel hielt, schwammen ganz so wie diese von weißen oder hellgrauen nach schwarzen oder dunkelgrauen, von blauen zu roten Flächen usw. Die Abbildungen Figg. 5 und 6 geben eine Vorstellung davon, in welchem Umfange diese Ansammlungen der Tiere an der einen oder anderen Seite ihres Behälters erfolgen können. Beide Male wurden wieder unter den durch das Schema Fig. 1 wiedergegebenen Bedingungen Blitzlichtaufnahmen gemacht; bei der ersten Aufnahme (Fig. 5) stand eine leuchtend rote Fläche links, eine unserem helladaptierten Auge dunkler erscheinende blaue Fläche rechts vom Behälter. Nach der ersten Aufnahme wurden rasch die beiden Flächen vertauscht; die zweite Aufnahme (Fig. 6) erfolgte nur wenige Sekunden später, die Tiere waren in der

kurzen Zeit vollzählig nach der anderen Seite, also wieder zu dem Rot, geschwommen, das dem total farbenblinden Auge viel dunkler erscheint als das Blau. Entsprechende Ergebnisse hatten die Versuche mit anderen farbigen Flächen.

Die Angaben, die v. Frisch und Kupelwieser über das Verhalten von Artemia machen, lassen sich somit ganz



Fig. 5.



Fig. 6.

Artemien zwischen einer roten und einer blauen Fläche.
In Fig. 5 stand die rote Fläche links.
In Fig. 6 stand die blaue Fläche links.

ebenso wie jene über Daphnien auch mit der neuen Methode leicht als unrichtig dartun. —

Man wird fragen, wie es möglich sein konnte, von so klaren und heute nicht mehr allzu schwer nachzuuntersuchenden Tatsachen eine so

fehlerhafte Darstellung zu geben. Ich darf mich vorläufig auf die folgenden kurzen Andeutungen beschränken[1]).

Zunächst ist bemerkenswert, daß die beiden Autoren fortgesetzt von der angeblichen Wirkung der verschiedenen Lichter des Spektrums bei ihren Versuchen sprechen, ohne auch nur einen einzigen Versuch am Spektrum angestellt zu haben!

Die Untersuchung mit Pigmentlichtern kann dem mit der Farbenlehre genügend Vertrauten als Erweiterung und Ergänzung systematischer Beobachtungen am Spektrum gute Dienste leisten. Zu welchen Fehlern es aber führt, wenn der Laie unter Verzicht auf die etwas Sachkenntnis erfordernden Spektrumversuche sich mit Pigmentlichtbeobachtungen begnügt, hat die Geschichte der vergleichenden Farbenlehre bis in die jüngste Zeit oft und eindringlich gezeigt.

Auf S. 538 beschreiben die Autoren einen im Prinzip ihrem „Fundamentalversuch" entsprechenden Versuch, bei dem eine deutliche „Negativierung" der Daphnien, wie sonst durch Lichtstärkenvermehrung, dadurch erzielt worden sein soll, daß vor die Lichtquelle eine blaue Flüssigkeit geschaltet wurde, die „so stark verdünnt ist, daß sie blaßblau erscheint und in ihrem Spektrum zwei deutliche Absorptionsstreifen zeigt, einen im Rot und einen im Gelb, das fast ganz ausgelöscht ist". Daß auch diese Angaben über den Einfluß „blaßblauen" Lichtes auf die Daphnien unrichtig sind, zeigt schon der oben (S. 63) angeführte Versuch mit den blauen Glaskeilen; trotzdem habe ich auch die Versuche mit der von den beiden Autoren angegebenen blauen Flüssigkeit an dem von ihnen angegebenen, übrigens durchaus unwissenschaftlichen[2]) Apparate oft wieder-

[1]) Selbstverständlich bin ich, wenn es gewünscht wird, auch zu eingehenderer Analyse der Versuche der Autoren bereit.

[2]) Als Lichtquelle diente den Autoren bei ihren „Fudamentalversuchen" zunächst ein von rückwärts belichtetes Mattglas, vor dem eine Irisblende angebracht war. Es wird die Voraussetzung gemacht, daß diese Mattglasscheibe von einer nach der Abbildung nahe hinter ihr angebrachten hundertkerzigen Osramlampe in allen ihren Teilen gleichmäßig belichtet gewesen sei; das ist unrichtig, wie man an einem nach den Angaben der Autoren hergestellten Apparate leicht sehen kann; dem von vorn auf diese Scheibe blickenden Beobachter erscheinen bei der maximalen Blendenöffnung von 10 cm die peripheren Scheibenteile viel weniger hell, als die mittleren. Bei Berechnung der „Intensität" einer zweiten Mattscheibe A, die von dieser ersten Mattglasscheibe belichtet war, wird der Flächeninhalt der letzteren dem Durchmesser proportional gesetzt, während er doch dessen Quadrat proportional ist. Die von den Autoren berechneten Zahlenwerte („um die Intensität der leuchtenden Fläche A in einer kontrollierbaren Weise abstufen zu können") sind also sämtlich unrichtig. Auch diese vordere Mattscheibe ist in ihren verschiedenen Abschnitten nicht entfernt gleichmässig beleuchtet, wie die Autoren angeben, sie erscheint vielmehr bei kleineren Blendendurchmessern in der Peripherie viel

holt und nie jene angebliche Wirkung des Blau gefunden. Vielmehr wirkte auch hier Vorsetzen jenes Blaufilters vor die Lichtquelle ausnahmslos so, wie sonst Lichtstärkenverminderung, Entfernen des Blaufilters so, wie sonst Lichtstärkenvermehrung. —

Es ließe sich noch vieles über die „Fundamentalversuche“ der beiden Autoren sagen; aber es ist wohl nicht erforderlich, bei wissenschaftlichen Untersuchungen auf so unzulängliche Arbeiten noch näher einzugehen.

---

weniger hell als in ihren mittleren Teilen. Die Krebse in den von der Lichtquelle abgewandten Bassinteilen sind angenähert doppelt so weit von der als Lichtquelle dienenden Mattscheibe A entfernt, also nur etwa mit dem vierten Teile der Lichtstärke bestrahlt, wie die Tiere in den der Lichtquelle zugekehrten Bassinteilen. Die verschiedenen Gruppen befinden sich also zum Teile unter wesentlich verschiedenen Belichtungsverhältnissen und entsprechend verschiedenen Adaptationszuständen. Ich habe früher gezeigt, in wie großem Umfange letztere das Verhalten der Tiere zum Lichte bestimmen können. Das durch zwei Mattglasscheiben gegangene Licht einer Osramlampe ist nicht entfernt „weiß“, wie die Autoren angeben, sondern sehr ausgesprochen rötlich-gelb. Es wird also in einer Arbeit, in der eine „spezifische“ Wirkung gelben Lichtes auf Tiere festgestellt werden soll, ein so ausgesprochen gelbes Licht fortgesetzt als weiß bezeichnet und benützt.

Den gleichen Mangel an Sorgfalt und Kritik zeigen alle optischen Versuche v. Frischs.



Lichtsinnuntersuchungen bei Tieren.

Von

Privatdozent Dr. **G. Freytag** in München.

I.

Fische. Phoxinus laevis (Ellritze, Pfrille).

C. Heß fand bei seinen ausgedehnten Lichtsinnuntersuchungen bei Fischen (1—7) bekanntlich im Verhalten dieser Tiere eine weitgehende Übereinstimmung mit dem des total farbenblinden Menschen. Die mit zahlreichen geistvollen Methoden erhaltenen Befunde beweisen, daß bei den untersuchten Gattungen das Spektrum gegenüber dem vom normalen Menschen gesehenen am roten Ende stark verkürzt ist und daß seine hellste Stelle von dem Gelb nach dem Gelbgrün bis Grün verschoben ist. Das Rot hat einen nur geringen Helligkeitswert und das Gelb einen geringeren Helligkeitswert als das Hellgrün.

Andererseits kam v. Frisch (8—14) zu der Anschauung, daß die Fische Farbensinn besitzen. Er bestreitet die Heßschen Befunde nicht, hält aber damit ein Bestehen von Farbensinn für nicht unvereinbar. Seine Ansicht gründet sich hauptsächlich auf Beobachtungen über den Farbenwechsel, den gewisse Fische (Crenilabrus, Phoxinus usw.) zeigen, und der nach ihm in enger Beziehung zu dem Untergrund, auf dem sich das Tier befindet, steht. Die Tiere passen sich nach ihm sehr rasch an die Helligkeit, weniger rasch, aber gleichfalls deutlich an die Farbe des Untergrundes an. Ebenso passen sie in monochromatischem Lichte ihre Farbe der Umgebung an. Außer dieser Schutzanpassung werden auch die Schmuckfarben, vor allem das sogenannte Hochzeitskleid vieler Fischarten zum Beweise für das Bestehen eines Farbensinnes herangezogen.

Heß stellt eine solche gesetzmäßige Farbenanpassung in Abrede und stellt fest, daß bislang keine einzige Tatsache vorliegt, die das Bestehen eines dem unsrigen irgendwie vergleichbaren Farbensinnes bei den Fischen auch nur wahrscheinlich macht.

Seit einem Jahre bin ich im Anschluß an die Ergebnisse der erwähnten Autoren mit ähnlichen Versuchen beschäftigt und berichte heute zunächst über einen Teil meiner Befunde bei weit über 100 Exemplaren von Phoxinus laevis (Ellritze, Pfrille).

Die Versuche wurden mit den mannigfaltigsten Kombinationen zu verschiedenen Jahreszeiten und unter verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen durchgeführt, und es würde viel zu weit führen, wollte ich hier über alle einzelnen Phasen berichten. Ich beschränke mich darauf, in Kürze einige charakteristische Versuchsreihen anzuführen, deren Ergebnisse ich als typische ansehen muß.

Reihe A.

Es wurden 6 Pfrillen ausgewählt und zu je 3 in zwei runde, ca. 18 cm im Durchmesser messende Glasschalen gebracht (Nr. 1—3, 4—6). Die Farbe der Tiere, die aus einem im Halblicht gelegenen Zinkbehälter genommen wurden, schwankte zwischen schwärzlichem Gelbbraun und Olivgelb. Nr. 1 zeigte eine schöne schwarze Musterung an den Seiten des Rückens, Nr. 4 und 6 zeigten in der Medianlinie einen langen schwarzen Streifen. Beide Schalen wurden nahe dem Fenster auf eine gemeinsame mittelgraue Unterlage gesetzt [1]).

Nach einer Stunde wurde nachgesehen und, soweit dies nach dem Gedächtnis möglich war, keinerlei wesentliche Veränderung gegen vorher wahrgenommen.

Nun wurden Nr. 1—3 auf eine schwarze und Nr. 4—6 auf eine weiße Unterlage gestellt. Nach einer Stunde war keine wesentliche Differenz sowohl zwischen den beiden Seiten als auch gegen die frühere Färbung der Tiere festzustellen. Kleine Veränderungen waren allerdings nicht auszuschließen, sie waren aber keinesfalls so groß, daß sie in die Augen fielen. Auch konnte man nicht sagen, daß die durchschnittliche Tönung von Nr. 4—6 wesentlich heller war als von Nr. 1—3.

Brachte ich die 6 Tiere zusammen in eine Schale, so wäre es mir unmöglich zu sagen gewesen, welche von ihnen vorher eine Stunde lang auf weißem oder welche auf schwarzem Untergrund gestanden waren, wenn ich nicht an anderen Merkmalen (u. a. Markierungen an den Schwanzflossen) die einzelnen Exemplare genau voneinander hätte unterscheiden können.

Ich ließ nun Nr. 4—6 auf Weiß stehen und stellte Nr. 1—3 auf einen gelbroten Untergrund. Nach einer Stunde zeigten die Rottiere keinerlei bemerkbare Veränderung gegen vorher. Von den Weißtieren war das dunkelste (Nr. 4) am Rücken etwas heller geworden und ähnelte nun stark der Nr. 5; beide zeigten ein mittleres Braungelb. Nr. 5 hatte an den beiden Seiten einen schmalen, leicht rötlichen Streifen.

Hierauf kamen wieder beide Behälter auf Grau. Nach einer halben Stunde war bei Nr. 1 die Gegend des Maules gerötet und ebenso die Wurzel der Brust-

[1]) Als Unterlagen wurden hier und bei allen anderen Versuchen matte, nicht glänzende, Papiere verwendet.



flossen, Nr. 4 und 6 waren gegen vorher unverändert, Nr. 5 hatte sich etwas aufgehellt und war nun am Rücken hellolivgelb.

Nun kamen Nr. 1—3 auf Rot (Urrot, etwas dunkler als das frühere Gelbrot) und Nr. 4—6 kamen auf Weiß. Nach einer Stunde zeigte Nr. 1 am Maul nur noch minimale Rosafärbung, ebenso abgeblaßt war das Rot an der Wurzel der Brustflossen. An den Tieren Nr. 2—6 war keinerlei Veränderung gegen vorher festzustellen.

Nun kamen Nr. 1—3 auf Weiß und 4—6 auf Gelbrot. Nach einer Stunde erschien Nr. 1 sehr dunkel, am Maul und an der Brustflossenwurzel etwas rötlich. Am hintern Drittel des Rückens war beiderseits ein blasser rotvioletter Streifen, der sich andeutungsweise auch schon vorher gezeigt hatte, bemerkbar. Nr. 2 und 3 waren fast gleich gefärbt, olivgelbbraun, und zeigten keinerlei rote Abzeichen. Nr. 4 war etwas heller als bei dem vorhergehenden Versuch (gelbbraun). Der schwarze Medianstreif war nur schwach sichtbar. Nr. 5 war gegen früher ziemlich unverändert. Nr. 6 ein wenig dunkler als Nr. 5. An Nr. 4—6 war nirgends etwas Rötliches zu sehen.

Nun kamen sämtliche Tiere wieder auf Grau. Nach einer Stunde erschien Nr. 1 dunkelschwarzbraun, annähernd wie vorher, an den Seiten war das Tier hellgelb und schwarz gestreift, das Rosa der Flossenwurzeln war ganz geschwunden. Nr. 2 und 3 sahen fast gleich aus, gelbbraun, vielleicht etwas dunkler wie vorher. Nr. 4 und 6 waren, soweit feststellbar, ganz unverändert, Nr. 5 wohl etwas heller als beim vorherigen Versuch.

Die obige Versuchsreihe zeigt zunächst einmal, daß die aus einer relativ dunklen Ecke des Behälters genommenen Tiere, die sich also annähernd unter ähnlichen Beleuchtungsverhältnissen befanden, außerordentlich verschiedene Helligkeit und Färbung aufwiesen. Ferner, daß auch ein einstündiger Aufenthalt auf einer einheitlich grauen Fläche keine irgendwie bemerkenswerte ausgleichende Wirkung in bezug auf die Helligkeit oder die Färbung von sechs verschiedenen Tieren hatte, und daß auch ein einstündiger Aufenthalt auf extrem hellem und extrem dunklem Untergrund keine in die Augen fallenden Helligkeitsunterschiede hervorrief. Bei weißem und gelbrotem Untergrunde traten bei den Rottieren keinerlei Veränderungen, insbesondere keinerlei gelbe oder rote Abzeichen auf. Von den Weißtieren wurde das eine ein wenig heller und das andere etwas rötlich. Erst nachdem die Tiere sich wieder alle auf grauem Untergrund befanden, traten bei einem von denen, die früher auf Rot gestanden waren, leichte rote Abzeichen in Erscheinung, während von den vorher auf Weiß befindlichen Tieren nunmehr auf dem dunkleren Untergrunde eine Aufhellung unter Abflauen der vorherigen, leicht rötlichen Abzeichen

eintrat. Kamen die Tiere dann wieder auf kräftiges Rot und Weiß, so wurden die Weißtiere nicht merklich heller und von den Rottieren blaßten die roten Abzeichen deutlich ab. Kamen nunmehr die vorherigen Rottiere auf Weiß und die Weißtiere auf Rot, so waren nach einer Stunde von den nunmehr auf Weiß stehenden Tieren ein oder zwei vielleicht ein wenig heller, dagegen eines sehr dunkel, unter Auftreten von leicht rötlichen Abzeichen. Unter den von Weiß auf Rot gebrachten Pfrillen zeigte keine irgendwelche rote Abzeichen; ein Tier wurde auf dem Rot deutlich heller als es vorher auf dem Weiß gewesen war, eines wurde dunkler. Kamen alle Tiere nun wieder für längere Zeit auf Grau, das bei Tageslicht annähernd denselben Helligkeitswert hatte wie das verwendete gelbliche Rot, so wurde das eine der direkt vorher auf dem Rot gewesenen Tiere etwas heller, dagegen eines der von dem Weiß kommenden Tiere eher dunkler als vorher, wobei an der Seite hellgelbe Abzeichen auftraten und die rosa Abzeichen verschwanden. Die anderen Tiere zeigten keine wesentlichen Veränderungen.

Faßt man das Ergebnis der Versuchsreihe A zusammen, so muß es in bezug auf die Farbenanpassung der verwendeten Tiere als durchaus negativ bezeichnet werden. Wenn auch auf hellerem Untergrund zuweilen leichte Aufhellung eintrat, so war Verdunklung doch ebenso häufig. Das Auftreten roter Abzeichen erwies sich als keineswegs an das Vorhandensein eines gelbroten Untergrundes gebunden, das Vorhandensein eines gelbroten Untergrundes zeigte sich auch als völlig wirkungslos bezüglich der Hervorrufung gelber Abzeichen oder gelber Gesamtfärbung, gelbe Abzeichen zeigten sich andererseits auch ohne jede Anwesenheit eines gelben Grundes.

Reihe B.

Es wurden die gleichen 6 Tiere aus ihrem Behälter geholt. Sie hatten ungefähr folgendes Aussehen: Nr. 1 war entschieden heller als beim Beginn der Serie A, grauschwarz und gelblich gefleckt. Am hintern Drittel des Rückens waren zwei ganz blasse, violettrosa gefärbte Streifen zu sehen. Sonst nirgends etwas Rotes. Nr. 2 war bräunlichgelb und Nr. 3 grünlichgelb, beide zeigten keinerlei rote Stellen. Nr. 4 und 6 waren einander fast gleich (Nr. 4 eher etwas dunkler) grünlichgelb gefärbt mit schwarz pigmentierten Medianlinien, ohne jedes rote Abzeichen. Nr. 5 war hellgrüngelb, ohne Zeichnung, ohne jedes Rot.

Nach einstündigem Verweilen im Hellen auf mittelgrauer Unterlage war keinerlei nennenswerte Veränderung in dem Aussehen der Tiere aufgetreten.

Nun kamen die Pfrillen Nr. 1—3 auf eine hellgelbe Unterlage, die für mein farbentüchtiges Auge deutlich heller war als die graue, und Nr. 4—6 auf eine

weiße Unterlage. Nach drei bis vier Stunden war Nr. 3 grünlichgelb, ein wenig fahler als vorher, ohne Rot. Nr. 1 und 2 waren unverändert. Von den Weißtieren war Nr. 5 ein wenig heller als vorher, jedenfalls ohne rote Zeichnung, Nr. 4 und 6 waren unverändert. Nach einundeinerhalben weiteren Stunde war das Verhalten der Tiere ganz das gleiche, keinerlei rote Abzeichen waren da.

Nun wurden die Schalen vertauscht, so daß Nr. 4—6 auf Hellgelb und Nr. 1—3 auf Weiß sich befanden. Nach einer Stunde erschien Nr. 5 noch etwas heller als vorher auf dem Weiß, indem die vorher vorhandenen schwarzen Abzeichen ganz geschwunden waren. Die Farbe war als Fahlgelbbraun zu bezeichnen, ausgesprochene Gelbfärbung war nicht vorhanden. Nr. 4 und 6 waren unverändert. Von den Weißtieren erschien Nr. 3, wie schon vorher auf dem Gelb, als das hellste, ohne daß eine nennenswerte Änderung bei ihm oder den anderen Tieren eingetreten wäre.

Nun wurden Nr. 1—3 auf ein etwas dunkles Rot und Nr. 4—6 auf Schwarz gestellt. Nach einer Stunde hatte von den auf Rot befindlichen Pfrillen Nr. 1 ein rotes Maul (2 und 3 waren unverändert), von den auf Schwarz befindlichen Tieren hatte Nr. 6 ein rotes Maul.

Jetzt wurden die Schalen untereinander vertauscht. Nach einer Stunde waren folgende Veränderungen feststellbar: Schwarztiere: Nr. 1 war am Maul, wie vorher, und außerdem an der Wurzel der Brustflossen gerötet. Der Rücken zeigte ein grauliches Gelbbraun, im ganzen genommen nicht dunkler als früher. Nr. 2 und 3 waren ziemlich gleichfarbig gelbbraun, deutlich dunkler als vorher. Rottiere: Nr. 6 zeigte am Maul, sonst aber nirgends am Körper, eine Spur roter Färbung. Bei Nr. 2 und 3 war weder ein rotes noch ein ausgesprochen gelbes Abzeichen vorhanden, abgesehen von dem auch schon vorher im ganzen gelbbraunen Ton des Rückens. Nach einundeinerhalben weiteren Stunde waren die Rottiere im allgemeinen gleichmäßig gelbbraun gefärbt (Nr. 5 etwas heller) und zeigten keinerlei rote Abzeichen. Bei den Schwarztieren war alles so ziemlich unverändert, nur hatte Nr. 1 nunmehr einen großen schwarzen Flecken links von der Medianlinie an der Grenze von mittlerem und hinterem Drittel des Rückens.

Nun wurden die Schalen wieder vertauscht. Nach einer Stunde waren von den Rottieren Nr. 2 und 3 ungefähr ebenso hellbraun wie früher, besonders Nr. 1 sehr dunkel und auch mit ähnlicher Zeichnung wie vorher und leichter rötlicher Färbung am Maul. Die Schwarztiere waren so ziemlich wie früher auf dem Rot (Nr. 4 am dunkelsten); kein Tier hatte ein rotes Abzeichen.

Faßt man das Ergebnis der Reihe B mit kurzen Worten zusammen, so ist auch hier, wie bei Reihe A, festzustellen, daß die unter annähernd gleichen Beleuchtungsverhältnissen gewesenen Pfrillen außerordentlich verschiedene Färbung und Helligkeit aufwiesen. Ferner, daß rote Ab-

zeichen auch bei Aufenthalt in schwachem Lichte auftraten, außerdem dabei auch ausgesprochen gelbe Töne vorkamen. Weiter zeigte sich, ebenso wie bei Reihe A, daß auch ein längeres Verweilen auf mittelgrauer Unterlage am Tageslicht keinerlei nennenswerte Veränderung in dem Aussehen der Tiere hervorrief. Ferner ergab sich, daß einerseits nach Aufenthalt auf gelber Unterlage teilweise gar keine, teilweise nur geringe Gelb- und Rotfärbung auftrat, andererseits, daß auf dem Gelb nach Weiß noch eine weitere Aufhellung eintrat, und auf Schwarz sich ebenso wie auf dem Gelb rote Abzeichen einstellten. Auf Rot traten keinerlei spezifische rote oder gelbe Abzeichen ein, allerdings auch keine ausgesprochene Dunkelfärbung.

Reihe C.

Es wurden wieder 6 Pfrillen aus dem großen Behälter entnommen und hiervon 3 (Nr. 1—3) auf Dunkelgelb (Dottergelb) und 3 (Nr. 4—6) auf ein dunkles, kräftiges Blau, das für mein Ange im Hellen wesentlich dunkler als das Gelb war, gestellt.

Von den Gelbtieren war Nr. 1 schwarzbraun gefleckt, etwas heller als bei Beginn der Reihe B, Nr. 2 hellgelbbraun, Nr. 3 grünlichbraun; keines der Tiere hatte rote Abzeichen.

Von den Blautieren war Nr. 4 etwas dunkler gelbbraun als Nr. 2 und hatte einen schwarzen Medianstreifen, Nr. 6 sah fast aus wie Nr. 4, beide Tiere waren in ihrem Aussehen also so ziemlich wie bei Beginn der vorigen Reihe, ebenso auch Nr. 5 wieder ohne besondere Zeichnung, hellgrünlichblau (ähnlich Nr. 3). Auch die Tiere Nr. 4—6 hatten keinerlei rote Zeichen.

Nach einundeinerhalben Stunde waren noch keinerlei Veränderungen an den Tieren bemerkbar. Nach weiteren zwei Stunden zeigte sich bei Nr. 1 das Maul und die Wurzeln der Brust- und Bauchflossen gerötet, ebenso war das hintere Drittel des Rückens leicht rotviolett tingiert. Auch Nr. 2 zeigte eine leichte Rötung am Maul, sonst war bei den Gelbtieren alles unverändert. Von den Blautieren zeigte Nr. 5 am Maul leichte Rotfärbung, sonst war bei Nr. 4—6 alles unverändert.

Nunmehr wurden die Schalen vertauscht und nach drei Stunden nachgesehen. Es zeigte sich bei den vorher auf Gelb und nun auf Blau gewesenen und teilweise rötlich gezeichneten Tieren keinerlei bemerkbare Veränderung in diesen roten Abzeichen. Die vorher auf Blau und nunmehr lange Zeit auf Gelb befindlichen Tiere hatten sich auch in keiner Weise auffällig verändert; vielleicht war Nr. 6 an der Seitenlinie etwas gelblich gefärbt.

Nun wurden die Tiere sämtlich auf ein mittleres Grau, das meinem helladaptierten Auge bei Tageslicht von annähernd gleicher Helligkeit erschien als das

verwendete Dunkelgelb, gebracht und hierauf ca. zwei Stunden belassen. Von den vorher auf dem Blau befindlichen Pfrillen war hiernach Nr. 1 im ganzen etwas heller als vorher, kaum mehr fleckig, sondern mehr homogen grünlichbraun. Am Maul und an den Bauch- und Brustflossen war noch Rosafärbung vorhanden. Ähnlich wie Nr. 1 sah jetzt Nr. 3 aus. Von den vorher auf Gelb gewesenen Tieren war bei Nr. 4 der schwarze Medianstreif geschwunden, die Farbe war im ganzen gleich der von Nr. 5 (grünlichbraun), die Helligkeit von Nr. 4 und 6 war ziemlich gleich, beide waren dunkler als die unveränderte Nr. 5. Nr. 5 hatte eine Spur Rot an der Wurzel der Brustflosse. Überhaupt bestand zwischen den 6 Pfrillen nunmehr eine gewisse Ähnlichkeit in bezug auf Helligkeit und Farbe.

Nun wurden Nr. 1—3 auf Gelb gesetzt, während Nr. 4—6 auf dem Blau verblieben. Nach zwei Stunden war an den Gelbtieren keine Veränderung zu sehen, es sei denn, daß die Rosafärbung bei Nr. 1 etwas geringer geworden wäre. Auch die Blautiere blieben im ganzen unverändert, nur war Nr. 5 deutlich etwas heller als vorher.

Bei der Herausnahme aus dem dunklen Behälter war auch am Anfang dieser Versuchsreihe die ähnliche Beobachtung zu machen, wie bei den ersten beiden Serien, ebenso war auch hier nach längerem Aufenthalt am Tageslichte, diesmal auf teils gelbem, teils blauem Untergrund, keine Veränderung zu beobachten. Bei noch längerem Verweilen auf dem Gelb und Blau traten bei einem Teil der Gelbtiere deutliche rote Abzeichen auf, dagegen keinerlei bemerkenswerte Gelbfärbung. Rotfärbung zeigte sich aber auch bei den auf dem Grau verbliebenen Tieren. Ferner kam bei Tieren, die vorher auf Gelb gestanden hatten, nachher auf dem bei Tageslicht gleichhellen Grau Abnahme der dunklen Pigmentierung vor.

Reihe D.

Eine größere Anzahl von Pfrillen wurde aus dem schwach belichteten Behälter genommen und zeigte hierbei eine außerordentliche Verschiedenheit in Färbung und Helligkeit, obwohl alle Tiere einen Stich ins Grünliche hatten, so z. B. war eines stark grauschwarz gefleckt, ein anderes war gelbolivengrün, fast ohne schwarze Abzeichen, ein anderes hatte eine schwarze Medianlinie bei ähnlicher Zeichnung wie das erste usw.

Es wurden nun von diesen Pfrillen zwei annähernd gleich helle und gleich gefärbte ausgewählt und eine von ihnen auf weißen, eine andere auf schwarzen Untergrund gebracht. Nach drei Minuten war ein geringer, aber deutlicher Unterschied in der Helligkeit vorhanden, das weiße Tier war als grauolivgrün, das schwarze Tier als dunkelgrauolivgrün zu bezeichnen. Hierauf wurden die Tiere vertauscht, und nach einer weiteren halben Stunde hatte sich die Helligkeit wieder

so geändert, daß das jetzige Schwarztier wieder etwas dunkler (mit grauen Flecken) war als das Weißtier.

Die Tiere wurden jetzt beide auf grauen Untergrund gebracht und hatten nach ungefähr fünf Minuten ziemlich gleiche Helligkeit und Farbe angenommen.

Nun kam das Tier, das vorher auf Schwarz gewesen war, auf Gelb und das Weißtier auf ein mittleres Blau, das im Hellen für mich deutlich dunkler war als das Gelb.

Nach dreiviertel Stunden war die Helligkeit der Tiere bei dem Vergleichen auf grauem Grund (von im Hellen annähernd gleicher Helligkeit wie das Gelb) eine verschiedene, und zwar war das Gelbtier etwas dunkler als das Blautier.

Nun wurden die Tiere abermals vertauscht, und zwar wurde diesmal ein dunkleres Gelb und ein helleres Blau gewählt, die für mein helladaptiertes Auge am Tageslicht annähernd gleichen Helligkeitswert hatten. Nach einer halben Stunde war das vorher dunklere, jetzige Blautier immer noch etwas dunkler als das jetzige Gelbtier, das einen leicht gelblichgrünen Farbton hatte.

Nun wurden die Tiere vertauscht und nach einer weiteren halben Stunde war das jetzige Blautier immer noch heller als das jetzige Gelbtier und noch ebenso gelbgrün wie vorher. Nach einer weiteren halben Stunde waren die Tiere als gleich hell, grünlichbraungelb, zu bezeichnen.

Nun kamen sie wieder auf eine gemeinsame, hellgrau, bei Tageslicht heller als das vorher verwendete Dunkelgelb, gefärbte Unterlage. Nach dreiviertel Stunden Aufenthalt war kein Unterschied zwischen den beiden Tieren festzustellen. Hierauf kam das eine der beiden Tiere, das früher auf dem Blau gestanden hatte, auf Dunkelgelb. während das andere auf dem Grau verblieb. Nach zwei Stunden war gar kein Unterschied zwischen den Tieren festzustellen.

Bei dieser Versuchsreihe waren zwei Tiere verwendet, die sich in ihrer Helligkeit der schwarzen und der weißen Unterlage etwas anpaßten. Aber schon bei blau und gelb, bei geringeren Helligkeitsdifferenzen, versagte die Anpassung. Auf deutlich hellerem Gelb trat sogar Verdunkelung, später auf blauen und gelben (unter einander gleich hellen) Unterlagen ein allmählicher Ausgleich ein. Irgendwelche ausgesprochene Gelbfärbung oder gelbe Abzeichen traten auf Gelb nicht ein, es ergab sich somit keine Gelegenheit, festzustellen, wieweit Gelb etwa spezifisch wirkte gegenüber gleich hellem Grau.

Reihe E.

Von zwei anderen, an Helligkeit und Farbe annähernd gleichen Pfrillen wurde die eine auf weißen und die andere auf schwarzen Untergrund gebracht. Nach drei Minuten war das Schwarztier etwas dunkler als das Weißtier, nach zwei weiteren

Minuten war das Weißtier etwas dunkler als das Schwarztier. Nun wurde statt der weißen eine dunkelgelbe Unterlage gewählt. Nach zehn Minuten war das Schwarztier etwas dunkler als das Gelbtier; ob das Gelbtier heller geworden war, war nicht zu unterscheiden, auf jeden Fall waren keinerlei gelbe Abzeichen vorhanden.

Nun kam das bisherige Schwarztier auf ein helleres Blau und das Gelbtier auf ein helles, aber nicht gelbliches Rot von bei Tageslicht annähernd gleichem Helligkeitswert wie das Blau. Nach einer Stunde waren die vorher in ihrer Helligkeit verschiedenen Tiere als völlig gleich hell zu bezeichnen. Nun wurden die Tiere miteinander vertauscht und einundeinehalbe Stunde stehen gelassen. Danach wurde das Rottier deutlich etwas dunkler gefunden als das Blautier. Nach gemeinsamem Aufenthalt auf einer mittelgrauen Unterlage trat innerhalb drei Minuten ein völliger Ausgleich in der Helligkeit der beiden Tiere ein.

Nun wurde das eine Tier, und zwar das, das zuletzt auf dem Rot gestanden hatte, auf Gelbgrün und das Tier, das zuletzt auf dem Blau gestanden hatte, auf Dunkelgelb, das im Hellen heller, bei herabgesetzter Beleuchtung und Dunkelanpassung des Betrachters im Dunkelzimmer dunkler als das Gelbgrün erschien, gestellt. Nach einer viertel Stunde war das Gelbtier deutlich dunkler als das Grüntier; bei welchem von beiden eine Änderung sich vollzogen hatte, war nicht festzustellen, es konnte auch bei beiden der Fall sein. Nun wurden die Tiere vertauscht. Nach einer weiteren halben Stunde war wieder völlige Gleichheit in dem Aussehen der Tiere festzustellen.

Nunmehr kam das Gelbtier auf ein bläuliches Grün, das im Hellen dunkler und im Dunkelzimmer eine Spur heller erschien als das Gelbrot, auf welches das andere, bisher auf dem Gelbgrün befindliche Tier gestellt wurde. Nach einer Stunde war das Grüntier vielleicht eine Spur dunkler als das Rottier, mit Sicherheit war es nicht zu entscheiden. Ebenso geringfügig, bezw. unbestimmt, war die Veränderung nach Vertauschen der Tiere und zweistündigem Zuwarten. Nach zweimaligem weiteren Umtauschen war niemals ein wesentlicher Unterschied zwischen den Tieren feststellbar, es konnte allenfalls scheinen, als käme das jeweils auf dem Grün befindliche Tier zu etwas dunklerer Tönung als das Rottier. Nach dem vierten Umtausch der Tiere jedoch war das Grüntier unzweifelhaft etwas heller als das Rottier. Nach nochmaligem Vertauschen trat in kurzem völliger Ausgleich der Helligkeitsdifferenzen ein.

Zusammenfassend ist über die Reihe E zu sagen, daß bei Weiß-Schwarz eine Dunkelfärbung einmal auf dem Schwarz, das andere Mal auf dem Weiß auftrat; bei Schwarz-Gelb wirkte das Schwarz verdunkelnd, das Gelb blieb ohne Wirkung. Bei Hellblau-Gelbrot wirkte das Rot einmal etwas verdunkelnd, bei Gelb-Grün wirkte das Gelb verdunkelnd.

bzw. das Grün aufhellend. Bei Blaugrün-Gelbrot war ein wechselndes, nicht bestimmt ausgesprochenes Verhalten feststellbar.

Reihe F.

Von einer größeren, dem Bassin entnommenen Anzahl von sehr verschiedenen, im Durchschnitt ziemlich hell gefärbten Pfrillen wurden zwei fast ganz gleiche, gelblich-olivbraun gefärbte ausgewählt und von ihnen die eine auf Gelb und die andere auf Grau gesetzt, das im Dunkelzimmer gleich hell wie das Gelb war. Nach einer halben Stunde war das Gelbtier heller geworden als das Grautier und hatte eine vorher nicht in diesem Maße auffällig gelbgetönte Medianlinie und über den Augen ziemlich deutlich gelbgefärbte Punkte, die vorher zwar auch bereits vorhanden, aber nicht so auffällig waren. Nun wurden die Tiere vertauscht und nach einundeinerviertel Stunde festgestellt, daß das vorher auf dem Gelb befindliche Tier sich nun auf dem Grau fast gar nicht verändert hatte; es war noch immer hellgelbbraun und hatte die erwähnten gelben Abzeichen. Das andere, vorher auf dem Grau, nunmehr einundeineviertel Stunde auf dem Gelb befindliche Tier war wesentlich dunkler als das erste. sicher nicht heller als früher, eher dunkler, und hatte keine Spur irgendwelcher gelber oder roter Abzeichen.

Nun wurde das Gelb durch ein Hellblau von im Dunkelzimmer gleichem Helligkeitswert wie das Grau und das Gelb ersetzt. Nach einer Stunde war das Blautier heller als vorher, nur noch eine Spur dunkler als das Grautier und hatte einige gelbe Abzeichen an den Seiten und am Kopfe. Nun wurde das Hellblau durch ein mit der anderen Seite gleiches Grau ersetzt, worauf nach fünf Minuten die noch vorhandenen Differenzen zwischen den beiden Tieren fast geschwunden waren. Beide hatten noch einige gelbe Abzeichen am Kopfe.

Es wurde nunmehr das früher auf dem Hellblau gewesene Tier auf Weiß gestellt, das andere blieb auf Grau. Nach dreiviertel Stunden war an letzterem keinerlei Veränderung wahrzunehmen, während das Weißtier ein wenig heller erschien. Nun wurde letzteres wieder auf Grau gebracht, worauf nach fünf Minuten keine Helligkeitsdifferenz mehr zwischen beiden Pfrillen festgestellt werden konnte.

Nun kam das frühere Weißtier auf Schwarz, das andere blieb immer auf dem Grau. Nach fünf Minuten waren bei dem Schwarztier an den Flanken deutlich gelbe Streifen aufgetreten, das Grautier war unverändert. Nach weiteren fünf Minuten war eine deutliche kleinfleckige schwarze Zeichnung bei dem Schwarztier aufgetreten, die nächste Umgebung der Rückenflossen erschien grauschwarz. Die gelben Abzeichen blieben bestehen. Das Grautier war unverändert, allenfalls eine Spur heller als vorher. Nun wurde das Schwarztier ebenfalls wieder auf Grau gestellt. Nach zehn Minuten waren beide Pfrillen wieder ziemlich gleich getönt.

Weiter wurden beide Tiere auf ein dunkles Grau gebracht, ohne daß innerhalb einiger Minuten ein Unterschied zwischen beiden auftrat. Dann wurde das

Grau der einen Seite durch ein im Hellen mit ihm gleich dunkles Rot ersetzt. Nach zwei Stunden waren keinerlei Veränderungen zwischen den beiden Tieren festzustellen.

Nun wurde das Dunkelrot durch helles Rot ersetzt. Nach einer halben Stunde war das Rottier deutlich etwas dunkler als das Grautier. Nun wurden die beiden Tiere miteinander vertauscht und nach einer Stunde festgestellt, daß sie annähernd gleich getönt waren.

Kurz gesagt, traten bei dieser Versuchsreihe zweifellos Gelbfärbungen auf, jedoch nicht lediglich und nicht konstant gerade auf Gelb, sondern auch auf Blau und Schwarz. Ferner trat auf Gelb gegenüber gleichhellem Grau auch Dunklerfärbung auf. Auf Weiß trat Aufhellung ein, auf Schwarz Verdunkelung. Auf Rot trat teils keine Veränderung, teils Verdunkelung ein.

Reihe G.

Von zwei anderen, annähernd gleich hellen und gleichmäßig grüngelbbraun gefärbten Pfrillen kam die eine auf ein Grau von im Hellen gleichem Helligkeitswert wie ein dunkles Gelb, auf welches die andere Pfrille gestellt wurde. Nach einer Stunde war kein Unterschied zwischen den beiden Tieren festzustellen. Dann kamen sie wieder beide auf gleich dunkles Grau, worauf nach einer weiteren Stunde ebenfalls kein Unterschied auftrat.

Nun wurde das Dunkelgrau der einen Seite durch Dunkelrot von im Hellen annähernd gleichem Helligkeitswert ersetzt, ohne daß nach einer weiteren Stunde irgendwelcher Unterschied zwischen den beiden Tieren auftrat.

Nun wurde das Dunkelrot durch im Hellen ziemlich gleich helles Dunkelblau ersetzt, ohne daß innerhalb der nächsten halben Stunde irgendein bemerkenswerter Unterschied in der Gesamthelligkeit der beiden Tiere auftrat. Indessen stellte sich bei dem Blautier eine deutlich weißgelbliche Verfärbung der Medianlinie des Rückens ein. Nach einer weiteren halben Stunde war das ganze Tier deutlich etwas heller als das Grautier.

Bei dieser Versuchsfolge war keinerlei Einfluß eines gelben Untergrundes, auch keiner eines dunkelroten zu erkennen. Auf blauem Grund traten weißgelbliche Abzeichen und Aufhellung ein.

Reihe H.

Es wurden 4 Pfrillen in vier verschiedene runde Glasschalen gebracht. Nr. 1 war sehr hell, grünlichbraun mit graugrünen Längsstreifen in der Medianlinie und an den Seiten, Nr. 2 war dunkler, gelbbraun und hatte grauschwarze Flecken am ganzen Rücken; Nr. 3 war hellolivgelb und hatte an den Seiten hellgelbe Längs-

streifen, war im ganzen in seiner Helligkeit ähnlich Nr. 1; Nr. 4 war eine Spur dunkler als Nr. 3, sonst gleich, auch noch ziemlich hell. Die vier Glasschalen mit je einer Pfrille kamen auf graue Unterlagen von viererlei Helligkeitswert. Die Reihenfolge, in der die Tiere auf dem vom hellsten zum dunkelsten ansteigenden Grau aufgestellt wurden, war folgende: 1, 4, 3, 2. Nach einundeinerhalben Stunde war Nr. 1 nicht deutlich dunkler als vorher, hatte grauschwarze Flecken auf dem Rücken, die graugrünen Streifen waren geblieben. Nr. 2, die auf dem dunkelsten Grau gestanden, war ähnlich gefleckt wie Nr. 1, die Seitenlinien erschienen hellgelb. Im ganzen war die Pfrille eine Spur dunkler als Nr. 1. Nr. 3 war so hell geblieben wie im Anfang, war jetzt die hellste. Nr. 4 war wesentlich heller als Nr. 1 (vorher war sie dunkler gewesen). Nun wurde Nr. 4 auf ein dunkles Gelb von im Hellen gleichem Helligkeitswert wie das Grau, auf welchem sie bis dahin gestanden hatte, gebracht. Nach einundeinerhalben Stunde war die Pfrille ein klein wenig gelber als vorher, höchstens konnte dies indessen für das hintere Drittel des Tieres gelten, sonst hatte sich an sämtlichen Pfrillen nichts geändert. Nach zwei weiteren Stunden war die Andeutung von Gelbfärbung bei Nr. 4 geschwunden. Nun wurden sie wieder auf das frühere Grau gestellt. Nach einer Stunde war keine wesentliche Änderung, höchstens eine leichte Aufhellung zu sehen.

Die anderen Tiere blieben unverändert, es trat keine deutliche, dem in der Helligkeit abgestuften Untergrund entsprechende Anpassung ein.

Hier konnte also kein die Helligkeit der Tiere bestimmender Einfluß grauen Untergrundes festgestellt werden. Eine Andeutung von auf Gelb entstandener Gelbfärbung verschwand bei längerem Stehen darauf.

Ich betone wiederholt, daß obige Versuchsreihen nur einen Bruchteil aller von mir mit den verschiedensten Kombinationen angestellten darstellen und daß sich unter den zahlreichen andern keine befinden, deren Ergebnisse im Prinzip irgendwie wesentlich andere wären. Zu erwähnen ist noch, daß vielfach Pfrillen bis zu 24^h und noch länger auf Gelb, teilweise in fließendem Wasser, gehalten wurden und daß hierbei keinerlei gesetzmäßige Gelbfärbungen gegenüber den auf (im Hellen gleichhellem) Grau gehaltenen Kontrolltieren zu beobachten waren.

Das Gesamtergebnis muß meines Erachtens in bezug auf die Fähigkeit der Tiere sich an den Untergrund anzupassen, hinsichtlich der Helligkeitsanpassung als beschränkt, hinsichtlich einer spezifischen Farbenanpassung als negativ bezeichnet werden.

Es ist kein Zweifel, daß die Helligkeit des Grundes vielfach Einfluß auf die Tiere hat, eine deutliche Gesetzmäßigkeit besteht aber nicht, insofern, als häufig die Anpassung ganz ausbleibt und nicht selten die

Helligkeitsänderung der Tiere nach der gegenteiligen Richtung geht als erwartet werden könnte. In allen Fällen ist die Anpassungsfähigkeit beschränkt und hält nicht Schritt mit den Änderungen des Grundes. Ich bin deshalb und aus unten noch zu erwähnenden Gründen weit davon entfernt, der Helligkeitsanpassung der Pfrillen wesentliche Bedeutung für die Frage des Farbensinns beizulegen. Wollte man es aber, so würde der Umstand, daß die Anpassungen öfters in der Weise erfolgten, wie sie erfolgen müßten, wenn die Helligkeitsverhältnisse des Grundes für die Fische ähnliche sind wie für den total Farbenblinden, gegen und nicht für einen Farbensinn dieser Tiere sprechen.

Das Auftreten gelber und roter Abzeichen erwies sich als äußerst inkonstant, keineswegs war es auf Gelb oder Rot die Regel. Andererseits war es auch auf anderen Farben und auf Grau zu finden. Niemals kam ich in die Lage, systematisch die Gelbfärbung auf Gelb gegenüber dem Verhalten auf gleichhellem Grau durchzuprobieren, da die Gelbfärbung eben bei keinem einzigen Tier auf dem Gelb einigermaßen konstant auftrat. Meine Versuche mit farbigem Untergrund sind also als Beweis für einen Farbensinn der Ellritze völlig unverwertbar.

Es kann nun natürlich eingewendet werden, daß eben nur meine Tiere nicht sicher reagierten. Eine solche Auffassung kann ich nicht widerlegen; ich kann meine Schlüsse nur aus meinen Beobachtungen ziehen. Ich muß jedenfalls geltend machen, daß ich nicht allein dastehe, und daß ich nicht einsehen kann, warum mein Material wesentlich schlechter sein soll als anderes. Zugegeben, daß die in der Gefangenschaft der Tiere herrschenden Verhältnisse bei einem Beobachter in etwas günstiger sein mögen als bei dem anderen, Gefangenschaft herrscht überall.

Unangreifbarere Ergebnisse würden durch Beobachtung von im Freien lebenden Tieren zu erhalten sein. Eine solche ist aber so gut wie undurchführbar, nicht nur wegen der nötigen Kontrollen, sondern auch deshalb, weil die Beobachtung als solche den Tieren schwerlich verborgen bleiben kann. Dies gilt natürlich auch für die Gefangenschaft und alle Beobachter und leitet zu prinzipiellen Einwänden gegen die ganzen Farbwechseluntersuchungen. Es ist von anderen und ebenso von mir festgestellt, daß Farb- und Helligkeitswechsel bei den Pfrillen auch durch andere Reize als gewisse Eigenschaften des Untergrundes ausgelöst wird, und dieser Umstand macht einigermaßen sichere Schlüsse fast unmöglich. Ich will hier nicht in eine naheliegende Kritik der gesamten v. Frischschen Deduktionen eintreten, verweise diesbezüglich auf die eingehende und treffende Charakterisierung durch v. Heß (6),

sondern nur erwähnen, daß allein die Annäherung des Beobachters an die Behälter mit den Tieren selbst bei größter Vorsicht nicht selten fluchtartige Bewegungen, Herumrasen in den Glasschalen unter Zeichen der Todesangst auslöst, was, wie man sich leicht überzeugt, schon an und für sich wesentliche Änderungen im Aussehen der Tiere bedingen kann.

Ist somit eine gesetzmäßige Farbanpassung der Pfrille bislang nicht erwiesen, so ist auch noch ganz allgemein zu bemerken, daß, außer der geringeren Bedeutung der Farben im Wasser überhaupt, eine Schutzanpassung an die Farbe des Untergrundes schon deshalb häufig wenig Zweck hätte, weil sie in erster Linie nur gegen von oben kommende Feinde Wert hätte. Da sich aber eine Annäherung innerhalb des Wassers mindestens ebensosehr, wahrscheinlich aber häufiger als von oben, von der Seite oder gar von unter her vollziehen wird, so würde ein an die Farbe des Untergrundes statt an die Helligkeit des Wasserhintergrundes angepaßtes Tier, wenn nicht ganz besonders Vögel als Feinde in Betracht kommen, hierdurch unter Umständen eher Schaden wie Nutzen haben.

Erst während des Druckes dieser Abhandlung kam ich zur Kenntnis der neuesten Arbeit v. Frisch's (14) über den Farbensinn der Fische. Indem ich mir ein Eingehen auf den übrigen Inhalt vorbehalte, nehme ich hier nur zu den Versuchen v. Frisch's mit farbigem Untergrund bei Ellritzen Stellung.

Von den geschilderten Versuchsreihen verliert diejenige mit Grau-Rot für mich deshalb an Beweiskraft, weil ich das Auftreten roter Abzeichen auch auf nicht rotem Grunde und das Verschwinden solcher auf rotem Grunde beobachtet habe.

Die Versuche mit gelbem und grauem Untergrund muß ich mit dem analogen Einwand widerlegen, zudem sind die Erfolge der ersten der beiden kleinen Versuchsreihen v. Frisch's schon an und für sich nicht eclatant, lassen auch wegen des geringen Umfanges der Versuche keineswegs eine Verallgemeinerung zu.

Die Versuche mit Gelb und Weiß müssen als Beweis für einen Farbensinn der Pfrille überhaupt ganz ausscheiden, weil hier Papiere von verschiedener Helligkeit verwendet wurden und so die Farbänderung der Tiere allein hierauf zurückgeführt werden kann. Bei der durch v. Frisch nachgewiesenen nahen örtlichen Beziehung der nervösen Zentren für die schwarzen zu denen für die farbigen Pigmentzellen ist ja an und für sich

schon ein naher Zusammenhang zwischen den Helligkeits- und Farbänderungen der Tiere wahrscheinlich.

Ich vermag somit auch in diesen neuesten Versuchen keinen Beweis für einen Farbensinn der Pfrille zu erblicken.

Literatur.

1. Heß, C. v., 1909, Untersuchungen über den Lichtsinn bei Fischen. Archiv f. Augenheilk., Bd. LXIV, Ergänzungsheft, p. 1.
2. — 1910, Über den angeblichen Nachweis von Farbensinn bei Fischen. Pflügers Archiv, Bd. CXXXIV.
3. — 1911, Experimentelle Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Pflügers Archiv, Bd. CXLII.
4. — 1912, Untersuchungen zur Frage nach dem Vorkommen von Farbensinn bei Fischen. Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool., Bd. XXXI.
5. — — Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. In Handb. d. vergl. Physiol. v. Wintersteiner, Bd. IV, Jena, Fischer.
6. — 1913, Neue Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool., Bd. XXXIII, p. 387.
7. — Über die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe. Gesellsch. deutsch. Naturf. u. Ärzte, Wien 1913.
8. Frisch, K. v., 1911, Beiträge zur Physiologie der Pigmentzellen in der Fischhaut. Pflügers Archiv, Bd. CXXXVIII.
9. — — Über den Farbensinn der Fische. Verhandl. d. deutsch. zoolog. Gesellsch., p. 220.
10. — 1912, Über farbige Anpassung bei Fischen. Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool., Bd. XXXII, 2. Heft.
11. — — Über Färbung und Farbensinn der Tiere. Morphol. Gesellsch. München, Juni 1912, Sitzungsber.
12. — — Sind die Fische farbenblind? Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool., Bd. XXXIII, 1. Heft, p. 107.
13. — — Über die Farbenanpassung des Crenilabrus. Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool., Bd. XXXIII, 1. Heft, p. 151.
14. — 1913, Weitere Untersuchungen über den Farbensinn der Fische. Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool., Bd. XXXIV, Heft 1.

Bibliographie.

Im Interesse einer vollständigen und raschen Berichterstattung wird um Einsendung von Sonderdrucken an den Herausgeber: Privatdozenten Dr. G. Freytag, München NW. 2, Elisabethstraße 21, gebeten.

Der Herausgeber dankt gleichzeitig auf diesem Wege allen Einsendern und wird von allen eingegangenen Arbeiten vergleichend-ophthalmologischen Charakters im nachfolgenden Abschnitte der Zeitschrift, der in seiner alphabetischen Anordnung Literaturverzeichnis und Referatsammlung zugleich darstellt, mindestens den Titel anführen, während eine nähere Besprechung vorbehalten bleibt.

Die in monographischer Form erschienenen Arbeiten sind mit einem * bezeichnet.

I. Anatomie. Entwicklungsgeschichte.

1. Allgemeines. Ganzes Auge.

Buxton, B. H., Answer to Mr. Gaskell's Note, T. III, p. 84.
Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 2, p. 227.

***Franz, V.**, Sehorgan (Lehrbuch d. vergl. mikroskop. Anat. d. Wirbeltiere, hrsg. von A. Oppel, VII. Teil), 418 p. mit 431 Abbild., Jena 1913 (Preis 18 Mk.).

Seine Hauptaufgabe sah der Verf. „im schlichten Beschreiben des feineren Baues des Augapfels der Wirbeltiere auf Grund des einschlägigen, in der anatomischen, physiologischen, zoologischen und ärztlichen Literatur niedergelegten Materials. Doch ergaben sich auch neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der einzelnen Gewebsbestandteile des Augapfels, ganz besonders beim Glaskörper, demnächst bei der Retina, dem Sehnerven, in geringerem Grade auch bei anderen Teilen. Aber auch für die Beurteilung des ganzen Auges bei den einzelnen Wirbeltiertypen dürften sich neue Gesichtspunkte ergeben; vor allem kann keine Rede mehr davon sein, daß eine aufsteigende Ausbildung der Organisation von den Fischen bis zu den Säugern und schließlich zum Menschen erkennbar wäre."

Wir haben die obigen Sätze dem Vorwort des groß angelegten Buches entnommen, weil sie in der Tat treffend das ganze Werk charakterisieren, und weil es erfahrungsgemäß bei umfänglichen Werken, die durch ihre

Fülle von Details gerade besonderen Anspruch auf ausführliche Besprechung hätten, häufig unmöglich ist, der Originalität des Verf.s einigermaßen gerecht zu werden. Wir müssen uns deshalb leider auch hier auf ein zusammenfassendes Urteil beschränken.

Das Buch bildet eine überaus nützliche Ergänzung der Werke von Pütter und von Heß, indem es die dort naturgemäß weniger berücksichtigten anatomischen Details systematisch zur Geltung bringt. Hiervon beruht ein nicht unwesentlicher Teil auf eigenen Beobachtungen des Verf.s.

G. Freytag (München).

Gaskell, W. H., Note on Mr. B. H. Buxton's paper „On the Origin of the Vertebrate Eye", im Archiv für vergleichende Ophthalmologie (Bd. II, Heft 4).

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 1, p. 84.

Hanke, V., Die rudimentären Sehorgane einiger Amphibien und Reptilien.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4, p. 323.

Ischreyt, G., Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 1, p. 39.

Ischreyt, G., Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges, II. Beitrag.

Erschien in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4, p. 369.

Ischreyt, G., Zur Morphologie des Auges der Urinatores (Taucher).

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4, p. 380.

Menacho, M., Das Auge der Typhlocirolana aus der Höhle „dels Hams" auf der Insel Mallorca.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 1, p. 1.

Seefelder, R., Beiträge zur Entwicklung des menschlichen Auges mit besonderer Berücksichtigung des Verschlusses der fötalen Augenspalte (Erste Mitteilung in

d. ophth. Gesellsch. Heidelberg, 1913, Ausarbeitung: Anat. Hefte 1912, XLVIII. Bd., 146. Heft, S. 455—505, 9 Tafeln).

Verf. hat das mikroskopische Verhalten der fötalen Augenspalte beim Menschen von dem Zeitpunkte ihrer Entstehung bis zu ihrem Verschlusse an sagittalen Schnittserien von acht Embryonen von 5—19 mm studiert. Die Augenspalte war bei einem 5 und 6,5 mm langen Embryo noch in ganzer Ausdehnung geöffnet, bei einem 8, 9 und 9,2 mm langen Embryo in der Mitte geschlossen, vorne und hinten dagegen noch geöffnet. Der Verschluß ist zunächst ein rein protoplasmatischer, später findet an der Verschmelzungsstelle auch eine Vermengung der Kerne statt. An ihrem vorderen und hinteren Ende wird die Spalte von den mächtigen Gefäßverbindungen der Arteria hyaloidea eingenommen bzw. durchzogen. Eine weitere wesentlich schwächere Gefäßverbindung der Arteria hyaloidea mit der primitiven Choriokapillaris ist vom Verf. in einiger Entfernung vom Becherrande nachgewiesen worden. Diese bildet sich während des Schließungsvorganges zuerst zurück. Die hintere Gefäßverbindung liegt anfangs an der Grenze von Augenbecher und Augenbecherstiel, gelangt aber im weiteren Entwicklungsverlaufe ausschließlich in den Bereich des Sehnerven. Fast gleichzeitig oder unmittelbar darauf schließt sich die Becherspalte auch in ihrem hinteren Teile (bei einem Embryo von 12,7 mm größter Länge).

Der Schließungsvorgang schreitet also zunächst von der Mitte nach hinten fort.

Bei einem 14,5 mm langen Embryo ist die Augenbecherspalte nur noch in der nächsten Nähe des Becher-(sive Pupillar-)randes geöffnet. Die Arteria hyaloidea weist jedoch auch an dieser Stelle bereits Veränderungen auf, die als Rückbildungserscheinungen zu deuten sind. Auch sonstige Beobachtungen sprechen dafür, daß das innerhalb der Augenspalte befindliche Mesoderm nicht von den vorwachsenden Becherrändern abgeklemmt zu werden braucht, sondern sich vorher spontan zurückbildet.

Die Opticusrinne schließt sich zuletzt und sie ist selbst bei einem 19 mm langen Embryo noch nicht vollständig verstrichen. Ihr Verschluß erfolgt nur in einer minimalen Ausdehnung an der Ansatzstelle am Augenbecher (1—2 Schnitte) durch eine Verwachsung der Ränder; im übrigen wirken verschiedene Umstände mit, unter denen der Entwicklung der Nervenfasern, der Zellverschiebung usw. wohl eine ebenso große Bedeutung zuzuerkennen ist als der gleichzeitig stattfindenden Zellvermehrung.

Selbstbericht.

2. Iris. Corpus ciliare. Chorioidea.

Fritzberg, W., Beiträge zur Kenntnis des Akkommodationsapparates bei Reptilien.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4, p. 292.

Leplat, G., Sur quelques points d'embryologie et d'anatomie microscopique de l'œil des oiseaux (Comptes rendus de l'association des anatomistes, 13. réunion, Paris 1911. Kurzer Auszug der Publikation aus Archives de biologie T. XXVII, vgl. dieses Archiv, Bd. III, Heft 11 u. 12, p. 400).

O. Zietzschmann (Zürich).

Wychgram, E., Über das Ligamentum pectinatum im Vogelauge.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 1, p. 22.

3. Linse. Glaskörper.

Druault, A., Sur l'accroissement de la capsule du cristallin.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4, p. 279.

Franz, V., Histogenetische Theorie des Glaskörpers.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 2, p. 217.

Stilling, J., Über die Entwicklung des Glaskörperkanals.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4 p. 290.

4. Zentralorgane.

Lenz, Zur Entwicklung der Sehsphäre (Ophthalm. Gesellsch. Heidelberg, 1913).

Vortragender versuchte dadurch, daß er neugeborene Kaninchen unter bestimmten Lichtverhältnissen aufzog, mikroskopische Veränderungen in der Sehsphäre hervorzurufen, durch deren Vergleich mit normalen Fällen er einen Einblick in den komplizierten Mechanismus der Sehsphäre zu gewinnen hoffte. Kaninchen, die dreizehn Monate von der Geburt an in blauem Licht gelebt hatten, zeigten eine ausgesprochene Rarifikation der

Ganglienzellen in der Lamina pyramidalis, ein Befund, der dem vom Vortragenden bei zentraler Farbenblindheit des Menschen erhobenen außerordentlich nahesteht. *G. Freytag* (*München*).

5. Orbita. Adnexe.

Fischer, A., Augenfalten und ihr Wert für die Altersbestimmung bei Pferden (Deutsche Zeitschrift für Tiermedizin, 1913, Bd. XVII, p. 17).

Es handelt sich um Faltenbildungen an den Augenlidern von Pferden, die für die Altersbestimmung einen gewissen Wert haben sollen, um Faltungen, die neben der bekannten Lidfurche des oberen Lides auftreten; die „Lidfurche" wird ja durch das Aufschlagen des Oberlides bei offener Lidspalte bedingt. Sowohl am oberen wie auch am unteren Lide gibt es inkonstante sekundäre Hautfaltungen. Nach den Untersuchungen des Autors haben sie keinerlei Wert für die Altersfeststellung.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Hesser, C., Der Bindegewebsapparat und die glatte Muskulatur der Orbita beim Menschen im normalen Zustande (Anat. Hefte, 1913, Bd. IL, I. Abt., Heft 147 u. 148, p. 1—296, 19 Tafeln).

Veranlaßt durch die in der jüngsten Zeit einsetzende und vorzugsweise an die Namen Sattler, Krauß und Fründ geknüpfte Diskussion über den sog. Landströmschen Muskel hat Verf. den gesamten Bindegewebsapparat und die glatte Muskulatur der Orbita beim Menschen einer außerordentlich eingehenden und sorgfältigen Untersuchung unterzogen und ihr Ergebnis in einer umfangreichen, mit zahlreichen Abbildungen ausgestatteten Arbeit niedergelegt. —

Die fast durchgehends bis in die feinsten Einzelheiten durchgeführte Beschreibung läßt sich nur schwer auszugsweise wiedergeben, weil eigentlich fast nichts als unwesentlich außer acht gelassen werden kann. Es soll aber doch versucht werden, möglichst das für den praktischen Ophthalmologen Wichtigste und Neue herauszugreifen. Bei verschiedenen Kapiteln können dagegen nur die Schlußfolgerungen angeführt werden, weil deren Begründung ein zu starkes Eingehen auf Einzelheiten erforderlich machen würde.

Verf. beschreibt zunächst das Verhalten der Tenonschen Kapsel, die nach Verf. fast den ganzen Bulbus mit Ausnahme der Cornea umgibt. Sie erstreckt sich als Pars subconjunctivalis capsulae Tenoni fast bis an den Limbus heran und reicht hinten bis an das Knie zwischen

der Sclera und der duralen Scheide des Sehnerven, ohne auf diese selbst überzugehen. Die Kapsel ist am dicksten am Fornix conjunctivae und wird nach dem Sehnerven zu immer dünner. Ihre hintere Grenze ist schwer, in bestimmten Fällen überhaupt nicht anzugeben, weil sie hier mit der Sclera fest verwachsen ist. — Nach vorn erstreckt sie sich über den Fornix hinaus teils entlang dem Bulbus unter die Conjunctiva bulbi bis nahe an den Limbus heran, teils als Pars palpebralis c. T. in die Augenlider hinein. Dieser Teil verbindet sich kurz vor dem Fornix mit der Substantia propria der Conjunctiva palpebrae. Es existiert nur eine Kapsel, nicht zwei, wie von verschiedenen Forschern angenommen worden ist. — Der sog. supravaginale Lymphraum Schwalbes existiert nicht, auch der Tenonsche Raum ist nicht als Lymphraum aufzufassen, insbesondere kann von einem Endothelhäutchen (Schwalbe) u. dergl. keine Rede sein. —

In dem nächsten Kapitel werden die Beziehungen der Augenmuskeln zu dem orbitalen Bindegewebsapparat und die Muskelscheiden eingehend erörtert.

Die Augenmuskeln sind nach dem Verf. nur in ihrem vordersten Drittel von Bindegewebshüllen, den sog. Muskelscheiden, umgeben, wogegen ihr hinterer Abschnitt einer eigentlichen Bindegewebsscheide entbehrt und „nackt im Orbitalfett badet“. Die Muskelscheiden stehen einerseits mit dem Muskel selbst, andererseits mit der Tenonschen Kapsel in inniger Verbindung. Sie sind nach dem Verf. als selbständige Bildungen und nicht als Teile der Tenonschen Kapsel zu betrachten. Sowohl die Muskelscheiden als die Tenonsche Kapsel stehen mit den zwischen dem Orbitalfett verlaufenden Bindegewebszügen der Orbita in mehrfacher Verbindung.

Die Tenonsche Kapsel wird von den Muskeln durchbohrt, so daß die Muskeln oder ihre Sehnen von der Durchtrittsstelle an nach vorne nur von der Sclera und von der Kapsel begrenzt werden. Auch in diesem Abschnitt sind zwischen Muskel und Sclera einerseits und Muskel und Kapsel andererseits bindegewebige Verbindungen vorhanden. Eine eigentliche Muskelscheide existiert aber hier nicht mehr.

In dem Kapitel Fascienzipfel, Retinaculi oculi findet sich eine genaue Beschreibung des Orbitalseptums, das als eine sehr zarte Bindegewebsmembran dargestellt wird. Es findet sich hier ferner eine Schilderung des Verlaufes der Aponeurose des Levator palpebrae und ihrer drei Insertionsstellen an der Vorderseite des Tarsus superior, in der Haut über der Pars tarsalis des oberen Augenlides und an der lateralen Orbitalwand.

Als Retinacula oculi bezeichnet Verf. fibröse Formationen, die die c. T. mit der Orbitalwand verbinden.

Eine solche Verbindung findet sich namentlich lateral ferner weiter unten. Hingegen sind zwischen den Muskeln und der Orbitalwand keine Retinacula nachzuweisen, vielmehr alle die Formationen, die als solche beschrieben worden sind, der Capsula Tenoni zuzurechnen. Ein Einfluß dieser Retinacula auf die Muskelfunktionen findet nur insofern statt, als die Muskelscheiden mit der Tenonschen Kapsel und diese wiederum vermittels der Retinacula mit der knöchernen Orbitalwand verbunden sind.

In einem weiteren Abschnitt werden die Beziehungen der Tränendrüse zu ihrer Umgebung geschildert.

Der II. Teil der Arbeit ist der Beschreibung der glatten Muskulatur in der Orbita gewidmet.

Die parabulbäre Muskulatur hat nach Verf. die Form eines ringförmigen, unregelmäßig begrenzten Segmentes einer sphärischen Fläche, die sich vorne bis in die Nähe des fixen Tarsusrandes, nach hinten dagegen an verschiedenen Stellen verschieden weit über den Fornix hinaus erstreckt. Der Muskel liegt jedoch größtenteils um die Vorderfläche des Bulbus herum. Im Oberlid liegt er zwischen der Conjunctiva palpebrae und der Aponeurose des Levator. Sein Ursprung und sein Ansatz können deswegen nicht genau angegeben werden, weil die Muskelbündel fast durchweg einen sehr verschiedenen Verlauf (merid. u. äquat.) zeigen und zumeist keine kompakte Masse bilden, sondern in Fett- und Bindegewebe, z. B. stellenweise auch in die c. T. eingebettet sind.

Eine Ausnahme macht nur eine isolierbare Muskellamelle am oberen Augenlide, die von der unteren Seite des Levators und der darunter liegenden Kapselwand entspringt und am oberen Ende des Tarsus inseriert.

Was die Funktion des Muskels anbetrifft, so ist der äquatoriale Anteil des Muskels nach Verf.s Untersuchungen zwar stärker entwickelt als bisher angenommen worden ist, aber doch noch zu schwach, um eine nennenswerte repulsierende Wirkung entfalten zu können. Dagegen hält Verf. zwar eine leichte Protrusio bulbi durch eine Kontraktion der meridionalen Fasern für möglich, doch könne damit keineswegs der manchmal exzessive Exophthalmus bei Morbus Basedowii erklärt werden. Verf. schließt sich also der Ansicht von Sattler, Fründ und Krauß an, daß ein tonischer Krampf der von Landström beschriebenen Muskulatur nicht die Ursache des Basedow-Exophthalmus sein könne.

Das Studium der glatten Muskulatur in der Fissura orbitalis inferior und ihrer Beziehungen zu den Orbitalvenen führt endlich Verf. auch noch zu einer Ablehnung der jüngsten von Krauß angedeuteten und von Fründ direkt ausgesprochenen Ansicht, daß der Exophthalmus bei Morbus Basedowii durch eine Kompression der

Venae ophthalmicae sup. und inf. durch die glatte Muskulatur dieser Region hervorgerufen werde. Das Problem des Basedowschen Exophthalmus sei deshalb vorläufig als ungelöst zu betrachten. —

R. Seefelder (Leipzig).

Hürlimann, R., Die arteriellen Kopfgefäße der Katze (Inaug.-Diss. Zürich und internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., 1912, Bd. XXIX).

Die Untersuchungen wurden unter Leitung von Prof. Zietzschmann im veterinäranatomischen Institut ausgeführt. Es wurden im ganzen zehn Köpfe der Hauskatze untersucht, bei welchen eine durch Zinnober gefärbte alkoholische Schellacklösung nach H. Virchow zur Injektion verwandt wurde.

I. A. carotis communis. Sie läuft jederseits am dorsolateralen Rande der Trachea als etwa 3—4 mm starker Stamm kopfwärts, begleitet von den Nn. vagus et sympathicus. Aus ihr entspringen: 1. Ramus muscularis für die Muskulatur der Kopfhälfte des Halses, 2. A. thyreoidea, 3. A. laryngea, 4. Truncus a. carotis internae, a. occipitalis et a. pharyngeae ascendentis.

II. A. carotis externa. Es ist dies der Gefäßstamm vom Abgang des Truncus für die A. carotis interna und die A. occipitalis bis zur Abgabe des Truncus für die A. transversa faciei und die A. temporalis superficialis. Äste: 1. A. lingualis, 2. A. maxillaris externa, 3. A. auricularis magna, 4. Truncus für die A. transversa faciei und die A. temporalis superficialis.

III. A. maxillaris interna, die direkte Fortsetzung der A. carotis externa. In der Orbitalhöhle durchläuft sie ein mächtiges Wundernetz. Äste: 1. Ramus für Mandibulargelenk und äußere Kaumuskelgruppe, 2. A. alveolaris mandibulae, 3. A. temporalis profunda caudalis, 4. A. meningea media, 5. Distale Reteäste, 6. Ramus pterygoideus, 7. A. temporalis profunda nasalis, 8. Arteria buccinatoria, 9. Fortlaufender Stamm der A. max. int. aus oroventraler Ecke des Rete, 10. Ramus anastomoticus ventralis zur A. ophthalmica interna, 11. Ramus anastomoticus dorsalis ebendahin, 12. Ramus muscularis oculi ventralis, 13. A. lacrimalis, 14. A. ophthalmica externa, 15. Ramus muscularis oculi dorsalis, 16. Ramus bulbi, 17. A. ophthalmica interna.

IV. A. infraorbitalis, der eigentliche Endstamm der A. maxillaris interna.

V. Truncus der A. sphenopalatina und A. palatina major. Er tritt aus der A. maxillaris interna, wo diese zur A. infraorbitalis wird. Äste: 1. A. sphenopalatina, 2. A. palatina major.

VI. A. palatina minor. Sie verläßt die A. maxillaris interna auf gleicher Höhe wie der eben besprochene Truncus und senkt sich gegen den Processus pterygoideus der Maxilla. *G. Freytag* (*München*).

Zietzschmann, O., Die Orbitalarterien des Pferdes.
Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 2, p. 129.

II. Physiologie.

1. Dioptrik.

Cinotti, Ricerche sulla refrazione dell'occhio del cavallo mediante la schiascopia (Il nuovo Ercolani, 1912, p. 21).

Es wurden gegen 1000 Pferde der verschiedensten Rassen, Alter, Gebrauchsweise usw. mittels der Skiaskopie auf die Brechungsverhältnisse untersucht. Die Resultate waren folgende: Emmetrop waren 80 %, myop 15 %, hypermetrop 5 %. Der Grad der Myopie betrug meist 2 D., nur in einem Falle 4 D. Mehr als 1,5 D. betrug nie eine Hypermetropie. Anisometropie kam in 2 % vor; dabei war in 2 Fällen ein Auge hypermetrop, das andere myop (1 D.). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

***Drude, P.,** Lehrbuch der Optik (3. erweit. Aufl., herausgeg. von E. Gehrcke, 548 p. mit 112 Abbild., Leipzig 1912, S. Hirzel Preis geh. 12 M., geb. 13 M.).

Die neue Auflage des bekannten Buches muß natürlich auch für den Ophthalmologen Interesse bieten, besonders für den mit der höheren Mathematik Vertrauten. Besondere Beachtung verdienen die Kapitel über die physikalische Herstellung der optischen Abbildung, die Strahlenbegrenzung und die von ihr abhängige Lichtwirkung, die optischen Instrumente, die Polarisation. *G. Freytag* (*München*).

***Fischer, O.,** Medizinische Physik (Mit 334 Abbild. im Text, S. Hirzel, Leipzig 1913, Preis geh. Mk. 36.—, geb. Mk. 40.—).

Für den Verf. dieses umfangreichen und, wie gleich von vornherein bemerkt sein soll, außerordentlich nützlichen Buches waren im wesentlichen die von Adolf Fick in dessen „Medizinischer Physik" beobachteten Grundsätze maßgebend. Die Hauptaufgabe des Buches ist demnach eine Darstellung „derjenigen Lehren der Physik, welche außer dem Kreise des gewöhnlichen Elementarunterrichts liegen und die dennoch dem Me-

diziner unentbehrlich sind, in einer Form, in der sie auch dem nicht mathematisch geschulten Verstande faßlich sind".

Das Buch zerfällt in vier große Abschnitte: Die Kinematik in Anwendung auf die Verhältnisse der menschlichen Körper, die Kinetik (Muskelmechanik), die Akustik und die Optik. Auf die ersten Teile des Buches, die sich zum großen Teile mit den wichtigen eigenen Untersuchungen des Verf. beschäftigen, kann leider an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Wir beschränken uns auf den optischen Abschnitt, welcher fast die Hälfte des über 1100 Seiten starken Werkes umfaßt.

Es kommen hier zur Besprechung: Die Brechung bzw. Reflexion eines homozentrischen Strahlenbündels an einer Kugelfläche, die zentrierten optischen Systeme brechender Kugelflächen, Beispiele für die Bestimmung und Verwendung der Kardinalpunkte zentrierter optischer Systeme (der optische Apparat des menschlichen Auges, Berechnung von Linsen und Brillen, die Lupen und das Mikroskop), die einer scharfen und lichtstarken Abbildung gesetzten Grenzen und die Mittel zu ihrer Erweiterung, die Abbesche Theorie der Abbildung nicht selbstleuchtender Objekte, die Dunkelfeldbeleuchtung und Ultramikroskopie, die Anwendung der Polarisationserscheinungen in der Medizin.

Wie man sieht, ist der Inhalt ein überaus mannigfaltiger und lehrreicher; fast keine theoretische Frage, die an den mit optischen Apparaten arbeitenden Mediziner herantritt, bleibt unbeantwortet. Allerdings ist bei dem das menschliche Auge behandelnden Abschnitte einzuwenden, daß hier die neuesten Untersuchungen von Gullstrand, die von so umwälzendem Einfluß auf unsere Kenntnisse gewesen sind, nicht gebührend berücksichtigt erscheinen, und gerade das letzte Jahrzehnt in der Literatur ist hier mit das wichtigste. Auch bei den optischen Konstanten des Auges werden noch immer die teilweise veralteten Helmholtzschen Werte und Matthiessenschen Gesetze zugrunde gelegt und weder die Heßschen Feststellungen noch die umfangreichen Arbeiten des Referenten auch nur erwähnt. In dieser Hinsicht wird man sich also besser an die von Gullstrand bearbeitete dritte Auflage des Helmholtzschen Werkes und die dritte Auflage der Dioptrik (bearb. v. C. Heß) im Handbuch von Graefe-Saemisch-Heß halten. Abgesehen hiervon bleibt aber der Wert des Fischerschen Buches ein ganz erheblicher, und es wäre aufrichtig zu wünschen, daß der wissenschaftlich arbeitende Mediziner aus ihm seine nur zu oft lückenhafte Kenntnis physikalischer Fragen recht ausgiebig ergänzen möge. Die Ausstattung des allerdings nicht ganz billigen Werkes ist eine des Verlags durchaus würdige. *G. Freytag* (*München*).

Leplat, G., Contribution à l'étude de l'accommodation chez les oiseaux (Annales de l'oculistique, T. CXLVIII, 1912).

Die Arbeit behandelt die Akkommodation des Vogelauges und speziell die Muskulatur der mittleren Augenhaut.

Der Sphincter pupillae ist bei den Vögeln deshalb sehr stark entwickelt, weil er auch eine wichtige Rolle bei der Akkommodation mitspielt. Die Erweiterung der Pupille wird wie bei den Säugetieren durch die fibrilläre kontraktile Bruchsche Membran gebildet, die Grynfeltt, Zietzschmann u. a. genauer beschrieben haben. Die radiären quergestreiften Fasern — die bisher zumeist als Dilatator angesprochen wurden — sind akkommodativer Natur. Die Wirkung der Irismuskulatur ist von der des Ciliarkörpers mit abhängig. Man kann deshalb sagen, daß die Resultate des histologischen Studiums am Vogelauge die Anschauungen von Heß über die Akkommodation dieser Tiere stützen.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Weve, H., Über den angeblichen Astigmatismus der Katzenaugen und die Bedeutung der spaltförmigen Pupille.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 1, p. 77.

2. Flüssigkeitswechsel.

Behr, C., Besteht beim Menschen ein Abfluß aus dem Glaskörper in den Sehnerven? (v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. LXXXIII, Heft 3, 1912).

Verf. hat an sechs Patienten, bei denen ein Auge enukleiert werden mußte, mit ihrer Zustimmung einige Zeit vor der Operation eine Methylenblaulösung, bzw. Tuschaufschwemmung in den Glaskörper injiziert. Die mikroskopische Untersuchung ergab ein völliges Fehlen des Farbstoffes im Sehnerven und in der Netzhaut. Auch Versuche an der Leiche fielen negativ aus. Aus diesen Versuchen schließt der Verf., daß mit größter Wahrscheinlichkeit ein hinterer Abflußweg der Glaskörperflüssigkeit in den Sehnerven beim Menschen nicht existiert.

G. Freytag (*München*).

3. Nervenleitung.

Gstettner, Mathilde, Ein Beitrag zur Kenntnis des Blinzelreflexes (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, 1913, Bd. CIL, p. 407).

Aus den Versuchen geht hervor, daß — allgemein gesagt — die reflexauslösende Wirkung der medialen Hälfte der Cilien eine größere ist als die der lateralen. Die Cilien in der temporalen Partie, ganz besonders deutlich die des Oberlides, sind nach der geübten Methodik viel weniger empfindlich als die mittleren und nasal befindlichen. Diese Zunahme der Empfindlichkeit steigt vom äußeren Lidwinkel langsam, dann gegen die Lidmitte rapid und von da weiter zum inneren Lidwinkel wieder langsam an. Ähnlich wie die Cilien verhält sich auch die Haut der Lider und der angrenzenden Partien des Gesichtes etwa 1—2 cm um die Lidspalte. Berührung an den medial gelegenen Teilen löst prompt Blinzeln aus; je mehr die berührte Stelle lateral liegt, desto schwächer wird dieser Reflex, ebenso je weiter sie von der Lidspalte weg liegt usw.

Aus diesen Versuchen geht neuerdings hervor, daß das Reflexzentrum des Blinzelns ein bilaterales ist, d. h. die Zentren der beiden Seiten in enger physiologischer Verbindung stehen, und sie beweisen, daß die Erregbarkeit dieses Doppelzentrums durch den Lidschluß eines oder beider Augen herabgesetzt wird. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Lasareff, P., Studien über das Weber-Fechnersche Gesetz. II. Mitteilung: Über den Einfluß der Geschwindigkeit des Reizzuwachses auf den Schwellenwert der Gesichtsempfindung (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, 1913, Bd. CL, p. 371). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

4. Lichtwirkungen.

Sepibus, J. v., Experimentelle Untersuchungen über die Fluoreszenz der menschlichen Linse (Zeitschrift für Augenheilkunde, 1913, Mai).

In den eigenen Versuchen untersuchte Verf. die Einwirkung des kurzwelligen Eisenbogenlichtes auf die Linse einmal mit Hilfe des Schottschen Uviolglases, und zwar einer 6 mm dicken Platte, die alles Licht außer Ultraviolett, Violett, Blau und etwas Rot absorbiert; ferner stellte er Versuche unter Verwendung des UV-Filters von Lehmann in Jena an. Dieser Apparat besteht aus einer Filterkombination, in der Blauuviolglas, Nitrosodimethylanilin und eine reine Kupfersulfatlösung zur Verwendung kommen. Lichtquelle war ein Finsenapparat. Das durch das UV-Filter gegangene Licht erscheint dem bloßen Auge blau, läßt aber keine mit Hilfe des Spektroskops nachweisbaren Mengen sichtbarer Strahlen durch. Mit Hilfe einer Quarzlinse werden die Lichtstrahlen parallel ge-

macht und durch eine zweite Quarzlinse konzentriert. Dies gesammelte Licht wurde dann auf das Untersuchungsobjekt gerichtet. — Es wurden in vivo oder kurz nach dem Tode in unversehrter Kapsel extrahierte menschliche Linsen, auch kataraktöse sowie Schweins-, Kalbs- und Ochsenlinsen untersucht. Die Farbe der Linsen wurde nach der Farbenskala von Klinksieck und Valette bestimmt, und zwar bei Tageslicht nach der Erinnerung durch mehrere farbentüchtige Personen.

Bei Vorversuchen wurde versucht mit Hilfe von Quarzoptik ein an Ultraviolett möglichst reiches Spektrum zu erzeugen. Dabei war die Intensität infolge von starker Dispersion zu schwach, um eine schön sichtbare Fluoreszenz hervorzurufen.

Viel deutlichere Ergebnisse erzielte Verf. mit Uviolglaslicht und mittels UV-Filterlichtes. Diese Versuche wurden am normalen und kataraktösen lebenden Auge sowie an klaren und kataraktösen extrahierten Linsen angestellt.

Zusammenfassend gibt Verf. als Ergebnis an:

1. Die Widersprüche in den Angaben der bisherigen Autoren über die Art der Linsenfluoreszenz beruhen darauf, daß einerseits nicht immer gleich zusammengesetztes, andererseits zu wenig intensives kurzwelliges Licht zur Fluoreszenzerzeugung benutzt wurde.

2. Unsere Untersuchung mit Uviolglaslicht (Ultraviolett, Violett, Blau und etwas Rot) ergibt bei Anwendung einer an kurzwelligen Strahlen reichen Lichtquelle und von Quarzoptik für die menschliche Linse gelbgrüne Fluoreszenz. Diese ist im Alter stärker als in der Jugend, hat durchschnittlich in der Jugend einen mehr nach Grün, im Alter mehr nach Gelb gehenden Stich.

Die gequollenen Linsenmassen bei Cataracta traumatica fluoreszieren in diesem Licht nicht nennenswert, ebenso ist keine deutlich erkennbare Fluoreszenz der Linsenkapselreste und der Pupillenexsudate nachzuweisen. Die aphakische Pupille fluoresziert nicht.

3. Die Untersuchung mit dem Lehmannschen UV-Filter (konzentriertes, nahezu reines Ultraviolett) ergibt eine bläulichweiße Linsenfluoreszenz, die meist einen schwachen Stich nach Bläulichgrün bis Gelbgrün aufweist, besonders im Alter. *F. Ruhwandl (München).*

Takamine, T. und **S. Takei,** Über das Verhalten der durchsichtigen Augenmedien gegen ultraviolette Strahlen (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, 1913, Bd. CII, p. 379).

Nach den Untersuchungen der Autoren hat von den drei durchsichtigen Medien des Auges (der Hornhaut, dem Glaskörper und der Linse) die Linse am meisten die Fähigkeit, kurzwellige Strahlen zu absorbieren.

Die Absorption der ultravioletten Strahlen durch die Hornhaut war bei allen untersuchten Tierklassen fast immer gleich stark. Die minimale Länge der durchgelassenen Lichtstrahlen schwankt zwischen 297 und 280 $\mu\mu$.

Der Glaskörper verhält sich in den meisten Fällen der Hornhaut gleich. Die kleinste Wellenlänge lag zwischen 297 und 280 $\mu\mu$; bei Hund und Katze dagegen bis 265 $\mu\mu$.

Von Linsen zeigte die schwächste Absorption die von Hund und Katze: 313 $\mu\mu$. Schwache Absorption zeigten die Linsen von Rind, Kaninchen, Eule, Mutsu und Ako: 363 $\mu\mu$. Starke Absorption zeigten die Linsen von Mensch und Tai: 405 $\mu\mu$. Man sieht, daß die Linsen von Katze und Hund, die nachts ihre Dienste leisten, am meisten für kurzwellige Strahlen durchgängig sind. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

5. Lichtsinn und Farbensinn.

Heß, C. v., Experimentelle Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes (Arch. f. d. ges. Physiologie, 1911, Bd. CXLII).

I. Über den Lichtsinn bei Fischen.

Im Anschluß an seine ersten Mitteilungen über den Lichtsinn der Fische aus den Jahren 1909 und 1910 (am gleichen Orte) stellte Verf. neue, gleichfalls sehr geistvolle, messende Untersuchungen an. Die Ergebnisse sind kurz folgende:

1. Die Sehorgane der Fische zeigen die Fähigkeit der Anpassung an verschiedene Lichtstärken in beträchtlichem Umfange: nach Dunkelaufenthalt von etwa 1—4 Stunden kann ihre Lichtempfindlichkeit um mehr als das tausendfache größer gefunden werden als unmittelbar nach dem Eintritt aus dem Hellen ins Dunkle. Diese Empfindlichkeitsänderung ist zum größten Teile von der Pigmentwanderung unabhängig und rein physiologischer Natur.

2. Durch das Vorrücken des Pigmentes bei Belichtung wird die Zusammensetzung des terminalen Lichtes geändert, so daß zur Herstellung einer Gleichung zwischen einem bestimmten roten und blauen Lichte für



das Blau eine 4—8 mal größere Lichtstärke erforderlich sein kann als bei außenständigem Pigment.

3. Vom spektralen Grün wird durch das vorgewanderte Pigment verhältnismäßig wenig absorbiert, das Gelb im Spektrum ist auch für helladaptierte Fische beträchtlich weniger hell als das Gelbgrün bis Grün.

4. Bei keiner der bisher untersuchten Fischarten hat sich etwas dem Purkinjeschen Phänomen Entsprechendes nachweisen lassen.

5. Bei Versuchen mit Attrappen wurde festgestellt, daß eine für das total farbenblinde Menschenauge hergestellte Helligkeitsgleichung zwischen zwei verschiedenfarbigen Lichtern annähernd oder genau auch für die unter entsprechenden Bedingungen sehenden Fische gilt. Rote Lichter haben für sie, ebenso wie für den total Farbenblinden, außerordentlich geringen Helligkeitswert.

Verf. wendet sich dann gegen den von Bauer angeblich nachgewiesenen Sukzessivkontrast bei Fischen.

II. Beiträge zur Kenntnis des Lichtsinnes bei lichtscheuen Wirbellosen.

Bei Branchiopoden (Artemia salina) und Wassermilben (Arrhenurus, Atax ypsilophorus) wurde eine erhebliche Adaptation festgestellt und an Versuchen mit farbigen Glaslichtern und am Spektrum konstatiert, daß die Tiere sich so verhalten, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten ähnliche oder die gleichen sind wie die eines total farbenblinden Menschen.

III. Untersuchung des Farbensinnes der Vögel nach dem Prinzip der Seebeck-Holmgreenschen Probe.

Durch Versuche mit verschieden gefärbten Reiskörnern wurde festgestellt, daß eine Rotgrünblindheit bei den untersuchten Tieren ausgeschlossen ist, und daß die Vermutung zu Recht besteht, daß ihre Sehqualitäten, abgesehen von der Verkürzung des Spektrums am kurzwelligen Ende, jenen des normalen Menschen ähnlich oder gleich sind.

G. Freytag (*München*).

Frisch, K. v., Über den Farbensinn der Fische (Verhandl. d. deutsch. zoolog. Gesellsch. 1911).

Verf. kam durch Beobachtungen über den unter geeigneten Bedingungen erzielten Farbwechsel von Crenilabrus und Phoxinus zu der Anschauung, daß die Fische einen Farbensinn besitzen, der in bezug auf

die Helligkeit, in welcher die Spektralfarben erscheinen, von dem des Menschen abweicht. *G. Freytag* (*München*).

Heß, C. v., Untersuchungen zur Frage nach dem Vorkommen von Farbensinn bei Fischen (Zoolog. Jahrbücher, 1912, Bd. XXXI, 4. Heft).

Unter den Angaben, die v. Frisch als Stütze seiner Annahme eines Farbensinnes bei Fischen aufführt, wurden die von ihm zitierten Behauptungen Bauers vom Verf. bereits sämtlich widerlegt. v. Frischs Versuche an Crenilabrus sind schon deshalb nicht zu verwerten, weil unerläßliche Kontrollversuche verabsäumt wurden. Die Versuche an Ellritzen sind mit unzulänglichen Methoden angestellt und gehen von der unrichtigen Annahme aus, daß die Fische kleinste wahrgenommene Helligkeitsunterschiede des Grundes in entsprechenden Verschiedenheiten ihres Aussehens zum Ausdruck bringen.

Die bisherigen Versuche über den Farbensinn der Fische sind ohne genügende Kenntnis der Farbenlehre angestellt. Keine der mitgeteilten Tatsachen kann das Vorkommen eines Farbensinnes auch nur wahrscheinlich machen, ein ansehnlicher Teil der Versuche spricht viel mehr gegen, als für das Vorhandensein eines solchen. Bei dem Hinweis auf die Färbung der Tiere ist wesentlichen physikalischen und physiologischen Umständen nicht genügend Rechnung getragen. In allen bisher mit den Methoden der wissenschaftlichen Farbenlehre durchgeführten Untersuchungen bei Fischen wie bei anderen Wassertieren verhielten diese sich durchwegs so, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten ähnliche oder die gleichen sind wie die eines total farbenblinden Menschen, was sich als vortreffliche Anpassung an die besonderen Bedingungen des Wasserlebens darstellt.

G. Freytag (*München*).

Frisch, K. v., Über farbige Anpassung bei Fischen (Zoolog. Jahrbücher, 1912, Bd. XXXII, 2. Heft).

Der Anfang der Arbeit handelt von den roten und gelben Pigmentzellen der Fische, deren nervösen Zentren, Leitungsbahnen und Reaktionsverhältnissen. Als Reize kommen in Betracht außer zentralen, elektrische, mechanische, thermische, Sauerstoffmangel, ferner psychische Erregung und Lichtreize.

Die Pfrille besitzt in beschränktem Maße die Fähigkeit, sich an farbigen Grund in ihrer Färbung anzupassen, indem sie sich sowohl auf gelbem wie auf rotem Grunde an gewissen Körperstellen blutrot und am ganzen Rücken und an den Flanken gelblich färbt. Roter und gelber



Untergrund veranlassen die gleiche Farbenanpassung; an grünen, blauen und violetten Grund passen sich die Pfrillen nur in ihrer Helligkeit an.

Bei Aufenthalt in farbigem Licht bleibt die Farbanpassung bestehen, bei blinden Pfrillen findet keine Farbanpassung statt.

Auch Crenilabrus roissali expandiert gleichfalls in rotem Lichte seine roten und gelben Pigmentzellen, in grünem Lichte kontrahiert er sie und bringt so die blaugrüne Grundfarbe seines Körpers zur Geltung. Bei blinden Tieren bleibt die Reaktion aus.

Bei der Bartgrundel war ebenfalls eine Anpassung an den gelben Untergrund, die bei blinden Tieren unterblieb, festzustellen.

Die Pfrille besitzt Farbensinn und erkennt Rot und Gelb nicht nur an seinem Helligkeitswerte, doch ist vielleicht der Farbensinn weniger ausgebildet als beim normalen Menschen. *G. Freytag* (*München*).

Frisch, K. v., Über Färbung und Farbensinn der Tiere (Morphol. Gesellsch. München, Juni 1912, Sitzungsbericht).

Vortr. referiert zunächst über die Heßschen Untersuchungen und führt gegen Heß an, daß die Schmuckfarben der Fische nur verständlich seien, wenn die Fische Farben wahrnehmen. Auch die angebliche Farbenanpassung des Crenilabrus roissali und die der Pfrille wird gegen Heß angeführt. Auch will Vortr. die Pfrillen an gelbes Futter gewöhnt haben, das sie auch auf grauem Untergrund von gleichem Helligkeitswert finden sollen.

Vortr. erklärt die Heßsche Feststellung, daß die Fische und wirbellosen Tiere farbenblind sind, für falsch. „Der Fisch verhält sich zwar in seinem Helligkeitssinn wie ein Farbenblinder, er hat aber auch Farbensinn.“

Zum Schluß vertritt Vortr. die anthropozentrische Auffassung, daß die Farbenpracht der Blumen bei der Befruchtung durch die Insekten eine Rolle spielt. *G. Freytag* (*München*).

Frisch, K. v., Sind die Fische farbenblind? (Zoolog. Jahrbücher, 1912, Bd. XXXIII, 1. Heft, p. 107).

Verf. polemisiert gegen Heß und hält an der Hand von Versuchen an der Farbenanpassung und dem Farbensinn der Pfrille fest. Insbesondere wird das Hochzeitskleid der Fische als Argument für ihren Farbensinn angeführt und in seiner Bedeutung an zahlreichen Beispielen erläutert.



Verf. meint zum Schluß, daß unbefangene und vorurteilsfreie Leser nach seinen Untersuchungen nicht an einem Farbensinn der Pfrille zweifeln werden; er weist Heß auf das Problem hin, das darin gegeben sein



soll, daß die Fische in ihrem Helligkeitssinn mit dem des farbenblinden Menschen übereinstimmten, außerdem aber Farbensinn besäßen.

G. Freytag (München).

Frisch, K. v., Über die Farbenanpassung des Crenilabrus (Zoolog. Jahrbücher, 1912, Bd. XXXIII, 1. Heft, p. 151).

Verf. kommt nach Versuchen, bei welchen die Fische in monochromatischem Licht, und zwar in rotem, grünem, gelbem und blauem gehalten wurden, zu folgenden Schlüssen:

Die scheinbare „Komplementärfärbung" des Crenilabrus ocellatus in farbigem Licht hat sich nicht bestätigt, vielmehr hat auch diese Spezies die Tendenz, sich in ihrer Färbung der Beleuchtungsfarbe anzupassen, doch ist die Anpassung weniger vollkommen als bei Crenilabrus roissali.

Crenilabrus roissali paßt sich nicht nur an rotes und grünes, sondern auch an gelbes und blaues Licht an.

Die Farbenanpassung der Crenilabren ist ohne die Annahme eines Farbensinnes dieser Fische nicht verständlich.

Bei geblendeten Tieren bleibt jede Spur einer Farbenanpassung aus.

Abgesehen von anderen Einwänden, die sich beim Lesen der Arbeit erheben lassen, muß in bezug auf den letzten Punkt erwähnt werden, daß der Verf. bei früheren Versuchen, wie er selbst angibt, bei einzelnen Exemplaren eine Farbenanpassung festgestellt hat, welche er jetzt für eine zufällige erklärt. Die jetzigen Versuche erstrecken sich aber auch lediglich auf zehn Tiere. *G. Freytag (München).*

Heß, C., Neue Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes (Zoolog. Jahrbücher, 1913, Bd. XXXIII, 3. Heft, p. 387).

Im Hinblick auf die verbreitete Anschauung, daß das sogenannte „Hochzeitskleid" der Fische als eine auf das Auge berechnete Schmuckfarbe anzusehen sei, hat Verf. Erwägungen und Untersuchungen darüber angestellt, bis zu welcher Tiefe innerhalb der Gewässer Farben praktisch zur Wahrnehmung gelangen können. Die hierzu in oberbayrischen Seen verwendete Vorrichtung bestand aus einer in ihrer Neigung und somit Helligkeit variablen roten Fläche, deren Spiegelbild durch eine 4 m lange Röhre, die in das Wasser versenkt wurde, vom Boote aus beobachtet werden konnte. Es wurde hierdurch festgestellt, daß bei schräg nach unten gerichteter Farbenplatte schon bei einer Tiefe von 3 m nur ein schmutziges Braungrau sichtbar war, das keine Spur von Rot zeigte, obwohl die Platte leuchtend rot war. Es können sonach die zumal an



der Unterseite der Fische auftretenden roten Töne unter den biologischen Verhältnissen, unter denen sie zur Wirkung kommen sollen, selbst von einem farbentüchtigen Auge nicht als Farben wahrgenommen werden.

Verf. wiederholte und variierte die von v. Frisch über die Farbenanpassung der Ellritze angestellten Untersuchungen und kam zu dem Ergebnis, daß sämtliche Angaben v. Frischs hierüber unrichtig sind. Die Farbe des Grundes hat keinen Einfluß auf die Färbung der Pfrille und die Helligkeitsanpassung der letzteren an die Helligkeit des Grundes ist eine so mangelhafte, daß von einer Verwertung derselben zu wissenschaftlichen Lichtsinn- oder gar Farbensinnuntersuchungen nicht die Rede sein kann. Auch v. Frischs Angaben über das Verhalten der Pfrillen gegenüber farbigen und farblosen Attrappen sind sämtlich unrichtig. Verf. geht ausführlicher auf die mannigfachen Widersprüche und die geringe Beweiskraft der v. Frischschen Deduktionen ein.

Bei jungen Aalen stellte der Verf. durch Hineinhängen von mit Fleisch gefüllten Beuteln und sonstiger Nahrung in das Wasser fest, daß die Aale zum Unterschiede von andern Süßwasserfischen beim Aufsuchen der Nahrung vorwiegend vom Geruche geleitet werden. Dabei sind sie ausgesprochen, aber nicht sehr stark lamprotrop. In ultraviolettem Lichte zeigen junge, aber nicht die erwachsenen Aale, lebhafte Fluoreszenz an einem großen Teile ihrer Körperoberfläche.

An den Larven von Stechmücken (Culex nemorosus) wurden Lichtsinnuntersuchungen mit Hilfe der Tatsache angestellt, daß die an der Wasseroberfläche hängenden Tiere schon bei geringer Beschattung nach unten fliehen, was sie bei Erhöhung der Lichtstärke nicht tun. Die mit diesen neuen Methoden erhaltenen Befunde entsprechen in allen Punkten den früher vom Verf. auf anderen Wegen erhaltenen; die Culexlarven verhielten sich stets so, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten jenen des total farbenblinden Menschen ähnlich oder gleich sind. Durch messende Versuche wurde festgestellt, daß die Tiere schon auf eine Lichtstärkenverminderung von 1 auf 0,81 reagieren und daß diese Reaktion bereits bei $^1/_2$ bis $^1/_3$ Sekunde Dauer der Lichtherabsetzung eintrat. Die fraglichen Tiere zeigen außer der erwähnten noch eine hiervon grundverschiedene Lichtreaktion, derart, daß sie, wenn sie auf Beschattung nach unten geflohen sind, dann bei Belichtung vom Lichte wegfliehen. Diese Versuche zeigen in besonders schlagender Weise die Unhaltbarkeit der Loebschen Tropismenhypothese.

Untersuchte Cölenteraten (Cereanthus und Bunodes gemmaceus) zeigten bisher nicht bekannte Reaktionen, und zwar ausgesprochene Neigung sich zum Lichte zu wenden. *G. Freytag (München).*

Weve, H., Der Lichtsinn von Periophthalmus Kolreutheri. Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes der Fische.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4, p. 265, Juni 1913.

Frisch, K. v., Zur Frage nach dem Farbsinn der Tiere (Gesellschaft deutsch. Naturf. u. Ärzte, Wien 1913).

Vortr. erklärt, daß die Heßschen Untersuchungen an Bienen nicht beweisend für die Farbenblindheit der letzteren seien. „Denn da wir im Grunde nicht wissen, warum die Helligkeitsverteilung im Spektrum für den total farbenblinden Menschen eine andere ist als für den Farbentüchtigen, kann auch niemand behaupten, daß allgemein im Tierreich ein Helligkeitssinn, welcher mit dem des total farbenblinden Menschen übereinstimmt, an totale Farbenblindheit gebunden sein müsse.“

Vortr. referiert dann über seine Versuche an Bienen. Er dressierte Bienen auf Blau und fand, daß die Bienen dies Blau auch unter einer Serie von grauen Papieren aller Helligkeitsstufen mit Sicherheit herausfinden und sonach Farbensinn besitzen. Den Einwand, daß die Bienen durch einen besonders feinen Helligkeitssinn das Blau doch von dem nächsthellen Grau unterscheiden könnten, weist Vortr. zurück, auch den, daß der Geruch in Betracht käme. Die Dressur gelingt auch mit anderen Farben ausgenommen mit Rot und Blaugrün; der Farbensinn der Biene zeigt somit eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Farbensinn eines rotblinden Menschen.

Durch andere Versuche fand v. Frisch, daß die Bienen auch verschiedene Formen mit Leichtigkeit unterscheiden. Ob der Geruch eine Rolle spielt, läßt v. Frisch vorderhand offen.

G. Freytag (München).

Heß, C., Über die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe (Gesellsch. deutscher Naturforscher und Ärzte, Wien 1913).

Der Vortr. gibt zum Teil an der Hand von Lichtbildern einen Überblick über seine ausgedehnten Forschungen auf dem Gebiete des Lichtsinns der Tiere. Mit Rücksicht auf frühere Publikationen des Vortr. kann hier auf eine nähere Wiederholung der Resultate verzichtet werden, wenngleich der Vortrag mancherlei interessante Details enthält. Lediglich einige allgemeine Gesichtspunkte mögen Erwähnung finden.

Vortr. wendet sich gegen die Lehre, die in den Organismen nur empfindungslose chemische Maschinen sehen will. Durch sie bliebe gerade

das unerklärt, was an den mitgeteilten neuen Befunden das Wesentliche und Merkwürdigste ist, die Übereinstimmung der relativen Reizwerte verschiedenfarbiger Lichter für die Sehorgane jener niederen Lebewesen mit den Helligkeitswerten, die diese Lichter für das total farbenblinde und für das dunkeladaptierte normale Menschenauge haben. Erst bei der Annahme, daß den vom Lichte ausgelösten physischen Regungen auch bei jenen niederen Tieren psychische Korrelate entsprechen, werden die sonst zusammenhangslosen Tatsachen verständlich. Diese Auffassung von einer Helligkeitsempfindung auch der niederen Tiere führt uns zu klareren Vorstellungen über Art und Entwicklung des Lichtsinnes in der Tierreihe.

Schon die einzelnen Lichtsinnzellen des Lanzettfisches zeigen die spezifische Energie, auf bestimmte Lichtreize mit bestimmten Helligkeitsempfindungen zu antworten. Lange Zeit war das Leben der Tierwelt auf das Wasser beschränkt, und bei allen Wassertieren zeigen die vom Sehorgan vermittelten Lichtreaktionen im wesentlichen das gleiche Verhalten. Erst mit dem Übergang zum Luftleben wurde die Entwicklung eines Farbensinns für die Tiere von wesentlicher Bedeutung. Bei den Wirbellosen blieb diese Entwicklung aber aus, so daß der Farbensinn allein auf die luftlebenden Wirbeltiere beschränkt ist.

Vortr. betont dann noch, daß die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien nicht dem Entwicklungsgedanken widerspricht.

G. Freytag (*München*).

Frisch, K. v., und **Kupelwieser, H.,** Über den Einfluß der Lichtfarbe auf die phototaktischen Reaktionen niederer Krebse (Biolog. Zentralbl. Sept. 1913, Bd. XXXIII, Nr. 9).

An besonderen Vorrichtungen, deren Einrichtung aus dem Original ersichtlich ist, haben die Verf. Lichtsinnuntersuchungen an Daphnia magna, Daphnia pulex und Artemia salina angestellt und kamen zu folgenden Ergebnissen:

Läßt man geeignetes Material von Daphnien sich an weißes mittelstarkes Licht adaptieren, so sind die Tiere nach einiger Zeit gleichmäßig in ihrem Gefäße verteilt. Nicht zu geringfügige Herabsetzung der Lichtintensität veranlaßt positiv phototaktische Bewegungen, bei sehr starker Herabsetzung ist die Bewegung schwach oder bleibt aus, niemals ist eine negativ phototaktische Bewegung zu beobachten. Steigerung der Lichtintensität wirkt negativ phototaktisch. Eine Blauscheibe vor der Lichtquelle wirkt negativ phototaktisch. Fügt man zu einem weißen Licht, an das die Daphnien adaptiert sind, gelbes Licht, so werden die Tiere positiv photo-

taktisch, obwohl Intensitätssteigerung des Lichtes innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen negativierend wirkt.

Demnach wirkt die Wellenlänge des Lichtes als Qualität in spezifischer Weise: die Daphnien haben Farbensinn.

Bei Anwendung scharf umschriebener Spektralbezirke ergibt sich, daß Rot, Gelb und Grün bis etwa zur Linie b des Sonnenspektrums positivierend, Blaugrün, Blau und Violett dagegen negativierend auf die Daphnien einwirken.

Bei einer bestimmten Versuchsanordnung läßt sich zeigen, daß auch die Augenbewegungen der Daphnien von rotgelbem und blauem Lichte in gegensinniger Weise beeinflußt werden.

Artemia salina zeigt in den phototaktischen Reaktionen im wesentlichen die gleiche Abhängigkeit von der Qualität des Lichtes wie Daphnia.

(Vgl. hierzu die Originalarbeit von C. Heß im vorliegenden Heft dieses Archivs, pag. 52ff.) *G. Freytag (München).*

III. Diagnostik. Untersuchungstechnik.

Fleischer, Über die Sichtbarkeit von Hornhautnerven (Ophthalm. Gesellsch. Heidelberg, 1913).

Bei genauer Lupenuntersuchung der Hornhaut kann man bei jedem Normalen bei etwas intensiverer Lichtquelle, am besten mit Nernstlampe, bei gewöhnlicher seitlicher Beleuchtung die Cornealnerven als feine weiße, gradlinige, radiäre Linien vom Rand her in die Hornhaut einstrahlen sehen, wo sie sich aufteilen. Praktisch wichtig ist die Sichtbarkeit bei der Differentialdiagnose von Gefäßen. *G. Freytag (München).*

Sustmann, Ein Beitrag zur Skiaskopie (Deutsche tierärztliche Wochenschr. 1913, Bd. XXI, p. 497).

Der Autor beschreibt ein neu konstruiertes Skiaskop zur Anwendung für Pferde, das manche Verbesserungen aufweist gegenüber dem von Klingelhöfer und Holterbach konstruierten. Die praktische Anwendung wird so eine einfachere. Hauptner in Berlin liefert das Instrument für 10 Mark. *O. Zietzschmann (Zürich).*

IV. Pathologie.

1. Allgemeines. Ganzes Auge.

Bergmann, Eine ansteckende Augenkrankheit bei Dorschen an der Südküste Schwedens (Zentralbl. f. Bakteriol. 1912, Bd. LXII, p. 200).

Es handelt sich um eine infektiöse Panophthalmitis. Als Erreger konnten ein besonderer Bazillus und mehrere biologisch identische Vibrionen gefunden werden. Impfungen aus Kulturen riefen eine ähnliche akute Augenentzündung hervor. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Elschnig, Zur Anatomie des albinotischen Menschenauges (Ophthalm. Gesellsch. Heidelberg, 1913).

Anatomische Untersuchung der Augen eines vollkommen albinotischen Mädchens. Uvea völlig pigmentlos, Epithel der Iris und des Ziliarkörpers leicht pigmentiert, ebenso Pigmentepithel der Netzhaut. In der Netzhaut fehlt eine Fovea centralis. *G. Freytag (München).*

Fürth, O. v., und **Hanke, V.,** Studien über Quellungsvorgänge am Auge (Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. XXIX, Heft 3 u. 4, März-April 1913).

Zur Nachprüfung der physiologischen Grundlage der von M. H. Fischer aufgestellten Glaukomtheorie (Quellungsvorgänge durch vermehrte Säurebildung im Auge) unternahmen die Verff. systematische Untersuchungen. — Subconjunctivale Injektion von verdünnter Salzsäure ins lebende Kaninchenauge ergab zunächst Ansteigen des Druckes, dem am nächsten Tage ein Abfall unter die Norm folgte. Nach drei Tagen war der Druck wieder normal. Säureinjektion in den Glaskörper ergab keine Drucksteigerung. Eine erhebliche Quellung des Glaskörpers ist unwahrscheinlich. Wurden enukleierte Schweinsbulbi in Normal-Salzsäure oder Normal-Natronlauge eingelegt, so ergab sich deutliche Zunahme der Tension. Dieser Erfolg blieb aus, wenn eine Injektion in den Glaskörper gemacht wurde. Es wurde sodann ein frisch enukleiertes Schweinsauge durch einen kleinen Schnitt in der Nähe des Äquators eviszeriert, in die Schnittwunde eine Ludwigsche Kanüle eingelegt, so daß die Schnittöffnung vollständig abgeschlossen war. Ludwigsche Kanüle und der leere Bulbus wurden mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt und auf die Kanüle ein Thermometerrohr als Steigrohr aufgesetzt. Taucht man nun den Bulbus in physiologische Kochsalzlösung ein, so ändert sich das Niveau im Steig-

rohre nicht. Setzt man aber eine geringe Menge Säure der den Bulbus umgebenden Flüssigkeit zu, so erfolgt rapides Ansteigen. Aus den Versuchen ergibt sich, daß das Absinken des durch Säurequellung ursprünglich erhöhten Druckes auch am enukleierten und eviszerierten Bulbus deutlich zu sehen ist, sowie daß eine sehr geringe Säurekonzentration genügt, um dies eintreten zu lassen. Nun wurde zur graphischen Registrierung von Verkürzungsvorgängen an säurequellenden Scleralstücken ein äquatorialer 8 mm breiter Ring aus einem Schweinsauge ausgeschnitten und zwischen zwei Häkchen vertikal aufgehängt, von denen das untere fix, das obere mit einem Schreibhebel in Verbindung stand. Wurde der Ring in $^1/_{10}$ Normalsalzsäure eingetaucht, so trat alsbald eine Verkürzung ein, die in 8 Minuten 6% der Zirkumferenz betrug. Eine nachfolgende Verlängerung war nicht zu bemerken. Zur Bestimmung, ob die beobachtete Verkürzung in einer Dimension einer Zunahme in einer anderen (also Quellung) entspräche, wurde Wägung mit Volumsbestimmung kombiniert. Isolierte Scleralstücke wurden in physiologischer Kochsalzlösung abgespült, mit Filtrierpapier abgetupft und dann gewogen. In einem engen Stehzylinder wurden sie sodann mit Quecksilber überschichtet, so daß das Gesamtvolumen genau 2 ccm betrug. Durch Abwägung wurde mit Hilfe des spezifischen Gewichtes das Volumen des nötigen Quecksilbers errechnet. Es ergab sich, daß das Volumen des Scleralstückes, nachdem es 3 Stunden in $^1/_{20}$ Salzsäure gelegen war, nahezu das Doppelte betrug. Auch die Quellungsfähigkeit des Glaskörpers untersuchten die Verff. Die Glaskörper von fünf frischen Schweinsaugen wurden in ein Osmometer gebracht. Die Glaskörpermasse wurde mit gefärbtem Paraffinöl überschichtet. Nach Einbringen des Osmometers in Salzsäurelösung trat fast momentan ein sehr geringer Anstieg im Steigrohre ein, der sich auch nach Stunden nicht änderte. Nach 2 Tagen stellte sich die Flüssigkeit aufs Anfangsniveau ein.

Auch Versuche mit einer sogenannten Pfefferschen Zelle ergaben ein ähnliches Ergebnis.

Die Verff. geben folgende Zusammenfassung:

1. Die Feststellung Rubens, daß die bei Säureeinwirkung auf ein Auge beobachtete Drucksteigerung in erster Linie durch Quellung der Sclera bedingt ist, wird bestätigt.

2. Neben der Quellung der Sclera konnte durch exakte Versuche auch eine Quellungsfähigkeit des Glaskörpers nachgewiesen werden, welche allerdings sehr gering ist, aber nicht vernachlässigt werden kann.

3. Der dem Maximum der Drucksteigerung folgende Druckabfall ist nicht, wie Ruben meinte, durch Neutralisation, Verdünnung und Resorption der Säure bedingt; er kommt vielmehr auch am enukleierten sowie am

eviszerierten Auge zum Vorschein und ist offenbar auf eine Vermehrung der Durchlässigkeit der gequollenen Sclera zu beziehen.

4. Die Säurequellung erfolgt in der Art, daß das Volumen und gleichzeitig auch das Gewicht der Sclera hochgradig zunimmt, während mit der Dickenzunahme der Membran eine Längenabnahme Hand in Hand geht, wie unsere Versuche an ausgeschnittenen Scleralstreifen deutlich bewiesen haben.

F. Ruhwandl (München).

Heß, C. v., Allgemeine Pathologie des Gesichtssinnes (in „Handbuch der allgemeinen Pathologie“, hrsg. v. L. Krehl und F. Marchand, 1913, Bd. II, 2. Abt.).

Auf 30 Seiten wird hier behandelt: 1. die allgemeine Pathologie des dioptrischen Apparates (Funktionsstörungen infolge von Hornhauterkrankungen, Linsenerkrankungen und Glaskörpererkrankungen), 2. die Störungen der Augenbewegungen, 3. die Funktionsstörungen durch Erkrankung der lichtempfindenden Teile und 4. die Funktionsstörungen infolge von Erkrankungen der Leitungsbahnen und des Zentralnervensystems.

Die fesselnd geschriebene Abhandlung läßt überall den erfahrenen Kliniker erkennen, der nicht nur die neuesten Ergebnisse auf allen Gebieten beherrscht, sondern auch das dargestellte Gebiet durch viele eigene Beobachtungen und Untersuchungen mit ausgebaut hat. *G. Freytag (München).*

Hillerbrand, Beobachtungen an einem Falle von nichteitriger Panophthalmie (Münchn. tierärztl. Wochenschr., 1912, Bd. LVI, p. 501).

Der Fall betrifft ein einjähriges Pferd. Nach Ablauf einer nur wenig intensiven Entzündung der vorderen Augenabschnitte entwickelte sich beiderseits eine nichteitrige Panophthalmie. Obwohl die Sehstörung eine außerordentlich schwere war, bestand doch noch eine deutliche Hell-Dunkelwahrnehmung. Die Iris reagierte auf der einen Seite nur träge; auf der anderen Seite war jede Bewegung durch eine entzündliche Membran behindert, da diese das Sehloch völlig zudeckte. Diese „Pupillarmembran“ konnte durch Mydriatika zerrissen werden, und das Sehvermögen wurde so etwas gebessert. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Jensen, P., Angeborene Augenkrankheiten bei Ferkeln (Maaneedsskrift for Dyrlaeger, 1912, Bd. XXIV, p. 502).

Der Autor beschreibt rudimentäre Entwicklung vereint mit Entzündungsprozessen, wie sie von R. Keil in diesem Archive mehrfach beschrieben wurden. Als Ursache glaubt der Verf. die Fütterung von Manitubaweizen ansprechen zu sollen. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Keil, R., Cyklopie bei einer neugeborenen Katze.
Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 1, p. 30.

***Köllner, Hans,** Die Störungen des Farbensinnes, ihre klinische Bedeutung und ihre Diagnose. Mit 33 Abbild. im Text und 3 farbigen Tafeln (Berlin 1912, S. Karger, Preis 14 Mk.).

Mit diesem Buche wurde in diesem Umfange zum ersten Male der Versuch gemacht, für den Praktiker das zusammenzufassen, was über die angeborenen und besonders über die erworbenen Störungen des Farbensinnes bekannt geworden ist. Das Buch soll als Anleitung für die Auffindung und die diagnostische und prognostische Verwertung von Farbensinnstörungen dienen, sowie auch die Grundlage für eine weitere physiologische Untersuchung, vor allem der erworbenen Störungen des Farbensinnes bilden. Es ist somit in erster Linie für die Ophthalmologen und Neurologen sowie für alle diejenigen praktischen und Spezialärzte bestimmt, die genötigt sind, Untersuchungen und Gutachten über Farbentüchtigkeit auszuführen, wie z. B. die Bahnärzte.

Die Absichten des Verf.s müssen als durchaus geglückt bezeichnet werden. Das Buch enthält zunächst eine Schilderung der Verhältnisse beim normalen Farbensinn, hierauf folgen die angeborenen Störungen (totale Farbenblindheit, partielle Farbenblindheit, Farbenschwäche). Die einzelnen Methoden zur Untersuchung werden genauer geschildert. Hieran schließt sich eine Darstellung der verschiedenen Farbentheorien. Der größte Teil des Buches beschäftigt sich mit den erworbenen Farbensinnstörungen. Hierbei wird zunächst die allgemeine Pathologie des Farbensinnes dargestellt, deren Studium als besonders lehrreich empfohlen werden kann. Es folgt die spezielle Pathologie des Farbensinnes, bei welcher die einzelnen in Betracht kommenden Augenkrankheiten kurz und sachlich mit vielen eigenen Beobachtungen erörtert werden. Es schließt sich an die Besprechung der Methodik der Farbensinnprüfung im fovealen und im indirekten Sehen. Den Schluß des Werkes bildet eine Erörterung der Bedeutung der erworbenen Farbensinnstörungen im Lichte der verschiedenen Farbentheorien. *G. Freytag* (*München*).

A. Krüger, Angeborene Anomalie der topographischen Verhältnisse am hinteren Augenpole: Die Papillen liegen in der Pupillarachse (Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. XXX, Juliheft).

Bei einem 19jährigen schwachsichtigen Mann fand sich erheblicher Strabismus divergens; der Winkel zwischen Pupillarachse und Gesichtslinie beträgt rechts 20—22°, links 18—20°. Als Ursache für diese Erscheinung fand Verf. eine Lageveränderung am hinteren Augenpol derart, daß die Papille fast genau in der Pupillarachse liegt. Die Macula ist entsprechend temporal verlagert. Verf. nimmt eine Hypoplasie durch mechanische Ursache zur Zeit der Netzhautgefäßentwicklung an.

F. Ruhwandl (München).

Levinsohn, G., Die Entstehung der Kurzsichtigkeit mit Demonstrationen kurzsichtig gemachter Affen (Ophthalmol. Gesellsch. Heidelberg, 1913).

Vortr. demonstriert zwei Affen, bei denen es ihm geglückt ist, die Refraktion um 5, resp. 10 D. einfach dadurch zu erhöhen, daß diese Tiere 6 Monate hindurch täglich mehrere Stunden in eine Stellung gebracht waren, die sie zwang, die Augen in der Sagittalachse vertikal zu Boden zu richten; auch die temporale Sichelbildung am Papillenrande trat auf. Vortr. verwirft die bisherigen Theorien und vertritt die Auffassung, daß die Bulbusverlängerung durch Rumpf- und Kopfbeugung zustande kommt.

G. Freytag (München).

Pagenstecher, E. H., Die allgemeinen modernen Anschauungen über die Grundbegriffe der Teratologie des Auges (Ophthalm. Gesellsch. Heidelberg, 1913).

Vortr. zeigt angeborene Naphthalinstare von typischer Form an neugeborenen Kaninchen und benutzt dies gegen die Auffassung von v. Szily. Typische Mißbildungen können durch äußere, speziell toxische Ursachen hervorgerufen werden, atypische Mißbildungen können vererben, sie müssen nicht durch äußere Ursachen entstanden sein.

G. Freytag (München).

Preußischer, sächsischer und württembergischer statistischer Veterinärbericht für 1911 u. 1912. Augenkrankheiten unter den Pferden der preußischen Armee, der beiden sächsischen und des württembergischen Armeekorps im Jahre 1911 (p. 96).

Wegen Krankheiten des Auges wurden im Jahre 1911 1411 Militärpferde behandelt. Von diesen sind 1157 = 82 % geheilt, 213 = 15,10 % gebessert und 19 = 1,34 % ausrangiert; die übrigen

blieben beim Jahresschlusse in Behandlung. Gegen das Vorjahr waren 229 Fälle mehr zu verzeichnen. Bei 606 dieser Pferde handelte es sich um Wunden oder Quetschungen, bei 112 um akute Conjunctivitis, bei 377 um Keratitis, bei 32 (davon 22 Heilungen) um akute Entzündung der mittleren Augenhaut, bei 272 um periodische Augenentzündung (119 = 43,75 % geheilt, 134 = 49,27 % gebessert, 12 = 4,41 % ausrangiert, der Rest in Behandlung geblieben), bei 10 um grauen und bei 2 um schwarzen Star. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Römer, P., Experimentelles über Hypotonie (Vers. deutscher Naturf. u. Ärzte 1913).

Verf. hat gefunden, daß die beim Coma diabeticum von Heine und Kraus aufgefundene Hypotonie mittels des Serums auf gesunde Tiere übertragen werden kann.

Römer und Kochmann haben sodann diese Frage genauer untersucht. Bei kurarisierten Kaninchen im Kymographionversuch mit gleichzeitiger Registrierung des Augendruckes mittels des Wesselyschen Manometers und eines eignen Ophthalmomanometers fand sich: das Comaserum in geringen Mengen beeinflußt nicht den Blutdruck, setzt selbst bei gesteigertem Blutdruck den Augendruck herab, bringt den durch künstliche oder spontane Reizung des Auges von vornherein erhöhten Augendruck zum Sinken, verhindert die durch den subconjunctivalen Kochsalzreiz bewirkte Steigerung des intraocularen Druckes. Alle diese Wirkungen kommen weder dem normalen Serum noch dem diabetischen Serum als solche zu. Erst im Coma entsteht ein Stoffwechselprodukt, welches diese hypotonierende Wirkung auf das Auge ausübt. Beim experimentellen Pankreas-Diabetes ist das Serum nur wirksam, wenn die Tiere ein Coma bekommen. Azeton und Oxybuttersäure sind nicht die Ursachen der Hypotonie; auch eine Reihe von Amidosäuren kommt nicht in Betracht.

Selbstbericht.

Schlegel, M., Metastatische Tuberkulose beider Augen bei einem Jungrind und bei einer zweijährigen Kuh (Zeitschr. f. Tiermed., 1912, Bd. XVI, p. 353).

Es handelt sich um den Fall einer tuberkulösen Veränderung des Corpus ciliare bei einer Kuh. Der Bulbus wurde völlig zerstört durch die tuberkulösen Massen, die man durch die Cornea hindurch, so weit sie nicht selbst mit verändert war, wahrnehmen konnte. Tuberkelbazillen ließen sich nachweisen. Das Tier litt an einer generalisierten Tuberkulose. Der zweite Fall betrifft ein Jungrind mit ausgedehnter Tuber-



kulose der serösen Häute der Brusthöhle, die man allerdings erst post mortem nachgewiesen hat. Während des Lebens waren nur die Augenveränderungen nachweisbar. Auf der einen Seite ließ sich ein fahlgelbes Hornhautstaphylom in der Größe einer Bohne nachweisen, während am anderen Auge stecknadelkopfgroße gelbe Tuberkel die Iris bedeckten; Linse, Glaskörper und Netzhaut waren zu einem fibröskäsigen Kalkklumpen verschmolzen. Tuberkelbazillen wurden auch hier nachgewiesen.

O. Zietzschmann (*München*).

Speiser, P., Hufrehe mit metastatischer Erblindung (Münchn. tierärztl. Wochenschr., 1913, Bd. LVII, p. 387).

Die Ursache zur Hufrehe war in einer Intoxikation vom Darmkanale aus zu suchen gewesen. Im Verlaufe des Anfalles trat plötzlich beiderseitiger Verlust des Sehvermögens auf. Die Symptome an beiden Augen sind: Iritis mit fibrinösen Flocken im Kammerwasser, starke Mydriasis mit absolut starrer Pupille, die jede Reflexbewegung vermissen läßt; desgleichen fehlt Lichtscheu und Tränenfluß; Trübung des Glaskörpers, die den Einblick auf den Hintergrund nicht gestattet. Leider wurde jede pathologisch-anatomische Untersuchung der Bulbi des Tieres unterlassen, das der primären Erkrankung wegen getötet wurde.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Sustmann, Das Scheuen der Pferde (Deutsche tierärztl. Wochenschr. 1913, Bd. XXI, p. 193).

Es wird nicht nur Kurzsichtigkeit als Ursache besprochen, sondern die Frage allgemein angefaßt. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Szily, A. v., Weitere Beiträge zu den embryologischen Grundlagen der Mißbildungen des Auges. Erklärung der angeborenen umschriebenen Loch- und Grubenbildungen an der Papille (Ophthalm. Gesellsch. Heidelberg, 1913).

Vortr. demonstriert an der Hand einer Reihe von Rekonstruktionsmodellen die entwicklungsgeschichtlichen Grundlagen für die Erklärung der seltenen angeborenen umschriebenen Loch- oder Grubenbildungen an der Papille. Die Lochbildungen haben nichts mit der Becherspalte zu tun, sondern sind als Rest des Hohlraumes des Augenbecherstieles anzusehen. *G. Freytag* (*München*).

Thum, Panophthalmie nach Kälberdiphtherie (Monatshefte f. prakt. Tierheilk., 1912, Bd. XXIII, p. 105).

Der Fall betrifft ein Kalb, das an einer Nekrosebazilleninfektion litt; beide Augen zeigten die Symptome einer Panophthalmitis. Der Autor hält diese Erkrankung für metastatisch, ausgehend vom Primärherd an den Backzähnen. Innerhalb von zehn Tagen waren beide Augen total zerstört. Ein zweiter Fall verlief ganz ähnlich.

O. Zietzschmann (Zürich).

Uhlenhuth, E., Der Einfluß des Wirtes auf das transplantierte Amphibienauge (Die Synchronie der Metamorphose).

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. II, Heft 3 u. 4, p. 343.

Uhlenhuth, E., Die synchrone Metamorphose transplantierter Salamanderaugen. Zugleich: Die Transplantation des Amphibienauges (II. Mitteilung, Archiv f. Entwicklungsmech. d. Organismen, Bd. XXXVI, Heft 1 u. 2, April 1913).

Das Larvenauge von Salamandra maculosa unterscheidet sich äußerlich von dem gleichmäßig schwarzen Auge des entwickelten Salamanders durch den Besitz einer gelben Iris (larvaler Irisring).

Wenn wir die Farbe der Iris als repräsentatives Merkmal des Auges setzen, so können wir sagen, die Metamorphose des Salamanderauges besteht in dem Ersatz des gelben durch schwarzes Pigment der Iris (Irispigmentierung).

Das transplantierte Auge lebt am neuen Orte weiter; es wächst nicht nur, sondern entwickelt sich auch und erfährt die für das körpereigene Auge charakteristische Metamorphose.

Durch die Transplantation wird die Zeit des Beginnes der Irispigmentierung verschoben.

Die zeitliche Verschiebung der Metamorphose des transplantierten Auges ist dem Einflusse des Wirtes auf das Transplantat zuzuschreiben; denn sie korrespondiert zeitlich mit dem gleichen Vorgange im Wirtsauge.

Durch die Transplantation auf ein weiter entwickeltes Tier wird die Metamorphose beschleunigt, durch Übertragung auf ein weniger weit entwickeltes verzögert.

Die Beschleunigung, bzw. Verzögerung erfolgt in dem Maße, daß die Irispigmentierung im transplantierten Auge mit der im körpereigenen zusammenfällt. Der Ablauf der Irispigmentierung in beiden Augen stimmt zeitlich in allen seinen Phasen aufs genaueste überein (synchrone Metamorphose).

Bei Benutzung sehr alter Stadien, der ältesten, die überhaupt verwendet wurden (Larvenendstadien), kommen wir an die Grenze der Be-

einflussungsmöglichkeit; denn dann fällt die Metamorphose im körpereigenen und transplantierten Auge nicht zeitlich zusammen (heterochrone Metamorphose).

Die von Larvenendstadien auf jüngere Stadien übertragenen Augen entwickeln sich früher als die Augen des Wirtes.

Der physiologische Prozeß, dessen morphologisches Korrelat die Irispigmentierung ist, kann durch drei Eigenschaften näher bestimmt werden:

Seine Wirksamkeit im Auge beginnt, ehe noch die ihm entsprechende morphologische Differenzierung beginnt.

Er wird durch einen Faktor ausgelöst, der nicht im Auge, sondern an anderen, davon entfernten Stellen des Körpers liegt.

Er läuft unabhängig von äußeren, d. h. nicht im Auge gelegenen Faktoren ab, falls er einmal im Auge eingeleitet wurde.

G. Freytag (*München*).

2. Bindehaut.

Grap, C., Über die Bakterienflora im Lidsack gesunder Augen bei Hund und Schwein (Vet.- med. Inaug.-Dissert., Hannover 1912).

Im Conjunctivalsekret des Hundes und des Schweines finden sich immer Mikroorganismen (72 Fälle), und zwar sind es im wesentlichen die gleichen Mikroben. Der Staphylococcus albus nimmt den ersten Platz ein, und bei Hund wie bei Schwein herrschen die verflüssigenden Kokken vor (Hund 99 %, Schwein 95 %). Beim Hunde wurden drei, beim Schweine zwei pathogene Stämme angetroffen. Die pathogenen Mikroorganismen machen aber beim Hunde nur 6 %, beim Schweine 9,5 % der Gesamtmenge aus. Pathogene Keime können sich im intakten Lidsacke aufhalten, ohne Erkrankungen hervorzurufen. Das Corynebakterium kerosis wurde beim Hunde zu 80,7 %, beim Schweine zu 83,3 % angetroffen. Staphylococcus pyogenes aureus, Vertreter der Subtilisgruppe, Sarcinen u. a. sind mehr oder weniger als zufällige Bewohner des Lidsackes zu betrachten. Die im Lidsacke anzutreffenden Keime dürften sich verhältnismäßig nur kurze Zeit dort aufhalten. Die mit dem Lidschlage verbundene mechanische Selbstreinigung bedingt ein Nachströmen von steriler Tränenflüssigkeit und die Abfuhr der bakterienhaltigen Mengen zum Tränennasengang. Daß den Tränen bakterizide Eigenschaften zuzusprechen seien, erscheint zweifelhaft.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Rothhaar, Conjunctivitis beim Pferd (Münchner tierärztliche Wochenschr., 1913, Bd. LVII, p. 7).

Es werden 9 Fälle bei Pferden beschrieben, die immer beidseitig die Bindehäute betrafen und auch die Cornea in Mitleidenschaft zogen (totale Trübung, periphere Vaskularisation). Ein Fall dürfte zur Gruppe „periodische Augenentzündung" gezählt werden müssen (Hypopyon, Linsentrübung, Verflüssigung des Glaskörpers, Ablösung der Netzhaut).

O. Zietzschmann (Zürich).

Weber, R., Conjunctivitis follicularis des Hundes (Vet.-med. Inaug.-Dissert., Berlin 1911).

Die follikuläre Bindehautentzündung des Hundes nimmt ihren Ausgang von der Erkrankung der Lymphapparate an der Bulbusfläche des dritten Lides. Sie ist beim Hunde überaus häufig. Der pathologische Befund soll fast identisch mit dem des Trachoms oder der Conjunctivitis follicularis hom. sein. Auf infektiöser Basis beruht die Conjunctivitis follicularis nicht, da sie weder übertragbar ist, noch irgendeinen Mikroorganismus zum Erreger haben soll. Experimentell läßt sich die Conjunctivitis follicularis nicht erzeugen. Somit ist diese Erkrankung des Hundes als eine Entzündung des Lymphapparates der Palpebra tertia anzusehen, die äußere Reize gewöhnlicher Art zu ihrer Ursache hat, ähnlich wie die Tonsillitis, und die um so häufiger auftritt, wenn es sich um Hunde mit prädisponierenden Eigenschaften handelt. Diese prädisponierenden Eigenschaften sind nach Ansicht des Verf.s darin zu suchen, daß bei größeren Hunderassen die „Nickhaut" sich nicht so genau dem Bulbus anschmiegen soll; dadurch komme es zu Sekretansammlungen zwischen beiden Organen. Andererseits trete bei denselben Tieren durch stärkere Abrundung des nasalen Lidwinkels die Palpebra tertia in weiterem Umfange frei zutage und sei so mechanischen Ursachen stärker ausgesetzt. Weder in anatomischer noch in klinischer Hinsicht ist die Literatur vollständig verwertet. *O. Zietzschmann (Zürich).*

3. Hornhaut.

Bergman, Infektiöse Hornhautentzündung, Keratitis infectiosa, bei Renntieren (Skandinav. Veterinär-Tidskrift, 1912, p. 145).

Die infektiöse Keratitis trat bei Renntierkälbern auf; in einer Herde wurden 90 % der Kälber ergriffen; 30 % starben infolge der Erkrankung — aus Hunger oder durch Unglücksfall, besonders wenn beide Augen

ergriffen waren. Der größte Teil der Erkrankten genas, jedoch unter Umständen bei Verlust des einen Auges. Die Erkrankung scheint mit der beim Rinde identisch zu sein (zentrale Corneatrübung mit Abszedierung und eventuell Perforation). Als Mikroorganismen (20 Fälle) wurden Mikrokokken (bes. M. candicans), Subtilisbazillen, Kolibakterien u. a. beobachtet. Verf. glaubt, daß besonders der Mikrokokkus pathogenetisch von gewisser Bedeutung sei. Er entwickelte auch beim Kaninchen pyogene Eigenschaften. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Collius, G. J., Corneal ulceration (American veterinary Revue, 1912, Vol. XLI, p. 51).

Es werden die Ursachen, die Erscheinungen und die Behandlung des Corneageschwüres besprochen. Die Behandlung besteht in Entfernung der ursächlichen Momente, in Anwendung antiseptischer Mittel und in einer Allgemeinbehandlung bei Vorliegen septischer Prozesse.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Gyarfás, J., Zwei geheilte Fälle von parenchymatöser Hornhautentzündung (Allatorvosi Lapok, 1912, p. 86).

Heußer, H., Die Cornealveränderungen des Hundes unter spezieller Berücksichtigung der histologischen Verhältnisse (Vet.- med. Inaug.-Dissert., Zürich und Schweizer Archiv f. Tierheilk., 1913, pag. 209).

Die Publikation stellt eine außerordentlich sorgfältige Untersuchung über Cornealveränderungen des Hundes vor, wie sie dem Verf. im Verlaufe von mehreren Jahren in der Züricher Universitäts-Tierklinik unter die Hände kamen. Die zahlreichen mikroskopischen Bilder illustrieren die Monographie in sehr anschaulicher Weise. Die Resultate sind:

Die Hornhautveränderungen des Hundes treten in erster Linie in Form von Entzündungen auf. Diese werden verursacht durch mechanische, thermische, chemische und besonders bakterielle Einwirkungen. Die letzteren beruhen entweder auf ektogener Infektion, wie das bei infizierten Verletzungen der Fall ist, oder sie entstehen auf endogenem Wege im Anschluß an akute Infektionskrankheiten. In beiden Hinsichten kommt beim Hunde namentlich die Staupe in Betracht. Klinisch geben sich die entzündlichen Veränderungen durch Verlust der Durchsichtigkeit, Formveränderung der Entzündungsstelle und Gefäßneubildung zu erkennen. Als Begleiterscheinungen können sich Lichtscheu, Hyperämie der Con-

junctiven, Tränenfluß, Iritis und Exsudation in die vordere Augenkammer anschließen.

Die Trübungen, die mit Verlust des Oberflächenglanzes einhergehen, sind entweder zirkumskript, oder sie betreffen die ganze Cornea. Zur Hauptsache werden sie bedingt durch Quellung der stark imbibitionsfähigen Propria.

Infolge chemotaktischen Reizes der Toxine des Entzündungsherdes macht sich neben der Quellung rundzellige Infiltration der Cornea geltend. Dieselbe ist von sehr wechselnder Intensität.

Bleibt der entzündliche Reiz einige Zeit bestehen, so beginnt Gefäßneubildung in der Cornea von den Randschlingennetzen aus. Diese, sowie auch die rundzellige Infiltration, beschränken sich auf den nächstgelegenen Cornealrand, sofern sie nicht durch zentral gelegene, schwere Schädigungen bedingt sind. Man beobachtet makroskopisch bei Hornhautentzündungen im Verlaufe von einigen Tagen längs des Limbus einen roten Saum, der täglich an Breite zunimmt. Derselbe besteht aus radiär angeordneten, feinen Stämmchen, die immer länger werden. Ihre vorderen Enden bilden ein dichtes Geflecht, während gegen den Limbus zu durch Vereinigung mehrerer Stämmchen immer größere und entsprechend auseinander gerückte Gefäßchen entstehen. Das Endgeflecht schiebt sich als rote Zone mehr und mehr gegen den Entzündungsherd vor und faßt denselben schließlich vollständig ein. Es kann so die ganze Cornea von einem dichten Kapillarnetze überzogen werden.

Gehen die entzündlichen Erscheinungen zurück, so blassen die Gefäße ab und verschwinden dem unbewaffneten Auge, indem sich ihre Wandungen aneinander legen. Sie können indessen mikroskopisch als leere Schläuche noch lange nachgewiesen werden.

Klinisch und pathologisch-anatomisch lassen sich die Hornhautentzündungen in nicht eitrige und eitrige Formen einteilen. Die nicht eitrige Keratitis geht im Gegensatz zur eitrigen ohne Einschmelzung und Gewebszerfall einher. Von der ersteren Form sind die Veränderungen im Parenchym weit häufiger als die oberflächlichen.

Zur Keratitis superficialis gehören beim Hunde der Pannus, wie er bei diesen Untersuchungen als Folge einer Blepharoconjunctivitis gesehen worden ist. Der Prozeß besteht in der Bildung eines gefäßreichen Gewebes unter dem Cornealepithel. Eine weitere, ebenfalls seltene Form stellt die mit Bildung kleiner Bläschen einhergehende Keratitis vesiculosa oder phlyktaenulosa dar.

Die Keratitis parenchymatosa kommt vornehmlich als Staupekeratitis vor, die eine Teilerscheinung einer Erkrankung der vorderen

Augenabschnitte, besonders der Iris und des Ciliarkörpers darstellt. Sie beginnt denn auch mit fortschreitender Trübung vom Rande her, die sich in wenigen Stunden über die ganze Cornea ausbreiten und bis zur vollständigen Undurchsichtigkeit derselben führen kann.

Mikroskopisch zeichnen sich die getrübten Partien durch bis dreifache Dickenzunahme der Propria infolge Degeneration des Endothels und Quellung der betreffenden Bezirke aus. Die rundzellige Infiltration ist oft nur unbedeutend, andernfalls dagegen kann sie beträchtlich sein. Abheilung und Aufhellung erfolgen gewöhnlich bald und vollständig. Die parenchymatöse Keratitis kann auch traumatischen Ursprung haben, indem Infektionserreger durch jede, selbst die kleinste Epithelbeschädigung eindringen und Entzündung verursachen können.

Neben diesen akuten Formen können im Gefolge der Staupe chronische entzündliche Veränderungen während Wochen und Monaten bestehen bleiben. Die Cornea ist diesfalls vollständig vaskularisiert. Nicht nur ihre oberflächlichen Propriaschichten, sondern auch das Epithel ist in seiner ganzen Ausdehnung stark rundzellig infiltriert.

Zu den eitrigen Hornhautprozessen gehören beim Hunde das Ulcus und das Ulcus serpens, oder die Hypopyonkeratitis. Sie werden wohl ausnahmslos verursacht durch infizierte Verletzungen, wobei das Zustandekommen durch Schwächung des Individuums infolge Krankheit oder senilem Marasmus besonders begünstigt wird. So kommen derartige Erkrankungen häufig im Anschluß an Staupe oder andere den Organismus schwächende Allgemeinerkrankungen vor. Sie beginnen als direkt unter dem Epithel gelegenes Infiltrat. Dabei kommt es anfänglich unter starker Ansammlung von Leukocyten zur Einschmelzung des Parenchyms und zu leichter Dellenbildung. Nekrose der Propria, sowie des Epithels bedingen in der Folge in kurzer Zeit eine kraterförmige Vertiefung, d. h. ein Geschwür. Die dabei entstehenden Toxine schädigen das Endothel der Cornealwand in mehr oder weniger großer Ausdehnung. Sie diffundieren auch in das Kammerwasser, so daß der Entzündungsprozeß Iris und Ciliarkörper in Mitleidenschaft zieht. In der Folge kann es zu vorderen Synechien und Exsudatbildung in der vorderen Augenkammer kommen.

Von diesem gewöhnlichen Ulcus unterscheidet sich das beim Hunde äußerst seltene Ulcus serpens durch rasches Umsichgreifen und ausgebreitete Zerstörung der Cornealoberfläche.

Neben den Entzündungen der Cornea spielen beim Hunde die Hornhautverletzungen eine ziemlich große Rolle. Sie werden durch allerlei traumatische Einflüsse bedingt, besonders häufig handelt es sich um Kratzwunden, durch die Krallen von Katzen verursacht. Je nach

ihrer Tiefe werden sie in oberflächliche, tiefe und perforierende Wunden eingeteilt. Sie gehen klinisch mit starken Reizerscheinungen, insbesondere Lichtscheu und Tränenfluß einher.

Der normale Heilungsvorgang der Cornealwunden wird durch Infektion häufig kompliziert, woraus sowohl nicht eitrige, als auch eitrige Keratitiden resultieren. Selbst oberflächliche Verletzungen haben mitunter vollständige Trübungen der ganzen Cornea zur Folge, die auch nach der Wundheilung fortbestehen können, um sich erst nach und nach aufzuhellen. Diese Trübungen beruhen analog denjenigen bei der parenchymatösen Staupekeratitis größtenteils auf Quellung der Propria infolge Imbibition mit Kammerwasser. Veränderungen des Endothels, wie rundzellige Infiltration, Quellung, ja selbst Nekrose desselben, gehören zu den gewöhnlichen Befunden eines getrübten Hornhautbezirkes. Die rundzellige Infiltration der Propria ist dabei nicht sehr bedeutend, dagegen stellt sich frühzeitig starke Gefäßneubildung ein. Infektion mit eitererregenden Bakterien kann das Entstehen von Geschwüren bedingen. Derartige Prozesse ziehen Iris und Ciliarkörper ebenfalls in Mitleidenschaft, wobei es häufig zur Bildung von vorderen Synechien kommt.

Bei lokaler Ätzung der Cornea mit Argentum nitricum bildet sich ein scharf begrenzter, nekrotischer Herd nach Art eines Kugelsektors, der sich demarkiert, wobei ein geschwürähnlicher Substanzverlust entsteht. Auch hier kommt es infolge Endothelschädigung zur Trübung der Umgebung. Dagegen ist die Gefäßneubildung, da es sich um einen aseptischen Vorgang handelt, eine viel geringere, als bei einer infizierten Verletzung. Auch fehlen hochgradigere Erscheinungen seitens der Iris.

Die Heilung der Verletzungen und Ätzdefekte, sowie der durch Ulceration entstandenen Läsionen erfolgt in erster Linie durch Epithelwucherung.

Gegenüber frischen Infiltraten zeichnen sich bleibende Trübungen, die man als Hornhautflecken bezeichnet, durch das Fehlen von akuten Begleiterscheinungen und häufig spiegelnde Oberfläche aus. Eine Hornhautfacette zeigt leicht mattgraue, rauchige Trübung und ist abgeflacht, während eine durch Proprianarbengewebe verursachte Trübung weißliches Aussehen hat und als Macula bezeichnet wird. Weit häufiger beruhen jedoch letztere nicht auf Schädigungen der Cornealoberfläche, sondern auf sekundären Veränderungen der hintern Cornealwand, infolge von vorderen Synechien. Durch entzündliche Verklebung und bindegewebige Verwachsung der Iris mit einem Teil der Cornea kann es zu Rupturen der Descemetis kommen. Solche Beschädigungen bedingen wiederum Imbibition und Quellung der Propria, weil diese Bezirke vom Endothel

entblößt worden sind. Die mitunter auffällige Aufhellung derartiger Trübungen, die längst aller akuten Symptome entbehren, ist durch die langsam sich einstellende Regeneration des Endothels und der Descemetis erklärlich.

Daneben kommen rotbraune bis schwarze Pigmentflecken vor, wobei Pigmentzellen sich entweder nur im Endothel oder aber in der Propria und sogar im Epithel vorfinden. Die Entstehung dieser Flecken ist ebenfalls auf Synechienbildung zurückzuführen.

Von den Geschwülsten der Hornhaut stellen die Dermoide beim Hunde sozusagen die einzig vorkommenden Neubildungen dar. Es fehlen bei diesem Tiere die beim Menschen nicht sehr seltenen Carcinome und Sarkome. Die Dermoide des Hundes sind kongenitaler Natur und scheinen vererbbar zu sein. Sie finden sich besonders beim Bernhardiner vor und stellen meist halbinselartig, vom Corneoscleralrand ausgehende, behaarte Hautinseln dar, die mehr oder weniger weit über die Cornea hinwegreichen. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Meisner, W., Über ein spontanes Hornhautgeschwür beim Kaninchen und eine fötale Keratitis beim Meerschweinchen.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 1, p. 11.

Otto, Stomatitis pustulosa contaginosa als Ursache einer Bindehaut- und Hornhautentzündung (Zeitschr. für Veterinärk., 1912, p. 274).

Betrifft das Pferd. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Sontag, J., Über Keratitis parenchymatosa beim Rothirsch (Inaug.-Diss. Rostock 1912).

Es handelte sich um einen zwölf Jahre alten Rothirsch, bei dem sich im Verlaufe von einigen Wochen auf beiden Augen eine dichte Trübung entwickelte, die sich dann wieder zurückbildete. Nach dem bald darauf eintretenden spontanen Tode des domestizierten Tieres wurden die Bulbi entnommen und in Zenker fixiert. Es ergab sich eine primäre parenchymatöse Keratitis mit erheblicher Pigmentierung.

G. Freytag (München).

Thum, H., Metastatische Augenentzündungen beim Rind (Monatsh. f. prakt. Tierheilk., Bd. XXIII, p. 105).

Die „metastatische Augenentzündung“ bestand in intensiver Trübung der Hornhaut an beiden Bulbi. Sie trat nach einer akuten Metritis auf und ging innerhalb zehn Tagen wieder total zurück. Der Fall betraf eine Kuh. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Wandolleck, Erblindung von Forellen (Deutsche tierärztl. Wochenschrift, 1913, Bd. XXI, p. 420).

Die Ursache zur Erblindung lag in der Verunreinigung des Wassers durch Zuleitung von Abwässern von Sauggasmotoren eines Elektrizitätswerkes. Es kommt wahrscheinlich durch Reizung durch Phenole zu Hornhauttrübungen und dadurch zur Erblindung. Da so die Nahrungssuche aufgehoben wird, gehen die Tiere zugrunde. Auch Hornhautzerreißungen mit Vortreten der Linse wurden beobachtet. Über deren Ursache wird leider nichts gesagt. Es wird auf genauere Publikationen durch Prof. Hofer verwiesen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

4. Iris. Chorioidea. Retina.

Eggink, Gleichzeitiges Auftreten von Iritis und Pyogenes-Mastitis bei einem Rinde (Tijdschrift vor Veeartsenijkunde, 1912, p. 39).

Die Iritis trat gleichzeitig mit einer Mastitis und einer Arthritis fast sämtlicher Gelenke auf; auch die Sehnenscheiden waren geschwollen. Im Eutersekret ließ sich der Bacillus pyogenes nachweisen. Subkutane Applikation von Antipyogenesserum brachte die Symptome zum Verschwinden. Verf. glaubt, alle Erscheinungen auf die Wirkung des B. pyogenes zurückführen zu sollen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Fujita, H., Regenerationsprozeß der Netzhaut des Tritons und des Frosches.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 3 u. 4, p. 356.

Gilbert, W., Über angeborenen Totalstar und Netzhautanomalien (v. Graefes Archiv 1912, Bd. LXXXI, Heft 1).

Schilderung eines Falles von Katarakt in Verbindung mit Resten des embryonalen Gefäßsystems des Auges und eigenartigen Entwicklungsstörungen der Netzhaut in der Gegend der Ora serrata.

G. Freytag (*München*).

Goedicke, Mitteilungen aus der Rinderpraxis. Periodische Augenentzündung (Deutsche tierärztl. Wochenschr. 1913, Bd. XXI, p. 211).

Verf. glaubt die bisher nur bei Pferden beobachtete „periodische Augenentzündung“ auch bei Rindern gesehen zu haben. Er hält beide für ihrem Wesen nach gleiche Erkrankungen auf gemeinsamer Grundlage. Als Symptome erwähnt er Trübungen der Linse, Verflüssigung des Glaskörpers, Synechien, Veränderungen am Pupillarrande, Verlagerungen der Linse. Akute Anfälle verlaufen wie beim Pferde: starke Lichtscheu, Schwellung und Rötung der Conjunctiven, Trübungen der Cornea, peritoneale Injektion, hämorrhagisches Exsudat in der Vorderkammer. In der gleichen Gegend ist die Erkrankung beim Pferde sehr häufig. Sumpfige Weiden mit undurchlässigem tonigem Untergrunde sind reichlich vorhanden. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Guinchan, Sur un cas de pneumonie suivi d'ophtalmie double (Revue vétérinaire militaire, Mars 1912).

Es handelt sich um einen sehr bösartig verlaufenden Fall von Brustseuche beim Pferde; neben einer Pneumonie und akuten Hirnzuständen traten als Folgeerscheinungen Hufrehe, Sehnenscheidenentzündung und eine heftige Iridocyclitis auf, die beide Augen befiel und mit Atrophie des Sehnerven einherging. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Jahresbericht des Landesveterinärrates in Ungarn 1913. Über das Ausschließen der mondblinden Stuten aus der Zucht (Berl. tierärztl. Wochenschr., 1913, Bd. XXIX, p. 645).

„Die Ätiologie der Mondblindheit ist bisher noch nicht aufgeklärt. Solange aber die Ursache dieser Krankheit nicht bekannt ist, kann man die ausschließlich mittels klinischer Untersuchung festgestellten Krankheitsfälle kaum als eine einheitliche Krankheit betrachten und dementsprechend näher bestimmen, welche äußeren und inneren Bedingungen die Disposition der Pferde gegenüber dieser Krankheit beeinflussen. Über die Ätiologie der Mondblindheit besitzen wir nur empirische Erfahrungen und Beobachtungen, aus welchen man nur mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit auf die Ursache der Krankheit schließen kann. Die bisherigen Erfahrungen weisen darauf hin, daß die Mondblindheit gewöhnlich durch Infektion entsteht, und daß die Pferde den Krankheitserreger mit dem Futter oder mit dem Trinkwasser aufnehmen. Das Übertragen der Mondblindheit auf die Nachkommen durch Erblichkeit besitzt nicht jene Bedeutung, wie man sie früher, einzelne auch jetzt, annehmen. Bei der Bekämpfung besitzt die Melioration der feuchten lehmigen Böden eine viel größere Bedeutung als das Ausschließen der mondblinden Tiere aus der Zucht. Diesbezüglich verdienen besonders die Beobachtungen von

Zündel eine Beachtung, nach welcher die Zahl der Mondblinden nach der Melioration der Weiden und Wiesen von 75 % auf 4 %, dann von 18 % auf 2 % gesunken ist. Beim Pferde ist auch keine andere Augenkrankheit bekannt, welche erblich wäre." *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Löwenstein, A., Über Veränderungen der Irisform bei Glaskörperansaugung.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. III, Heft 2, p. 211.

Németh, Joh., Über die Mondblindheit der Pferde (Allatorvosi Lapok, 1912, p. 315 [Ungarisch]). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

5. Parasiten.

Hellmuth, Vorkommen von Filaria papillosa bei mongolischen Pferden (Zeitschr. f. Veterinärkde., 1912, p. 129).

Es handelt sich insbesondere um Beschreibung eines Falles, in dem beim mongolischen Pferde durch operativen Eingriff in die Vorderkammer die Filarien entfernt und Heilung erzielt werden konnte.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Koselkin, P., Fillaria papillosa im Auge des Pferdes (Veterinär-Arzt, 1912. Nr. 47, p. 745 [Russisch]. Zwei Fälle.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Place, E., Augenfilariose oder Kumree (The journal of tropical veterinary science, 1912, p. 44).

Die Filariose wurde bei Pferden und Zugochsen in Indien und Birma beobachtet; auch das Zentralnervensystem wird ergriffen, daher lokalisierte akute Lähmungen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

6. Orbita. Adnexe.

Becker, Entropium spasticum bei einem Pferde (Zeitschr. f. Veterinärkde., 1913, Heft 7).

Das Entropium trat als Folge einer Conjunctivitis und Keratitis auf. Beseitigung des Leidens durch zweimalige Operation. Der Autor macht

darauf aufmerksam, bei der Operation ein derartig breites Hautstück zu exzidieren, daß nach der Naht ein leichtes Ektropium besteht.

O. Zietzschmann (Zürich).

Floriot, Plaie pénétrante de l'orbite et du sinus frontal à droite (Recueil de médecine vétérinaire, 1912, T. LXXXIX, p. 297).

Der Verf. berichtet über eine eigenartige Verletzung des Auges beim Pferde durch einen langen Nagel, der aus einer Mauer vorstand. Der Nagel war am unteren Lide derart durch die Augenhöhle gedrungen, daß er am unteren Lidrande sich einbohrte und medial über dem Augenbogen nach Durchdringen der Stirnhöhle wieder hervortrat. Der Augapfel mußte entfernt werden, desgleichen verschiedene Knochensplitter. Es trat darauf baldige Heilung und Vernarbung ein. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Hartog, J. H., Kongenitale Atresie des Tränenkanales (Tijdskrift voor Veeartsenijkunde, 1913, Bd. XL, p. 154).

Der Fall betrifft ein $1^1/_2$jähriges Pferd. Dem Tränenkanal fehlt die Nasenöffnung. Im Nasenvorhof zeigt sich eine fluktuierende lokale Anschwellung in der Gegend der normalen Mündungsstelle des Tränennasenganges. Operation durch Exzision eines runden Schleimhautstückes. Heilung. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Puschmann, O., Über Neubildungen am dritten Augenlide des Pferdes (Vet.-med. Inaug.-Dissertation Dresden-Leipzig, 1912).

An der Hand von vier eigenen Fällen bespricht Verf. eingangs die Literatur der Neubildungen am dritten Lide des Pferdes. Ein etwas sehr mageres Kapitel „Anatomie", das auch Fehlerhaftes bringt, leitet zu den selbst beobachteten Fällen über. Dreimal hat der Autor Plattenepithelkrebs und einmal Lipom konstatiert. In zwei Fällen von Plattenepithelkrebs mußte das gesamte dritte Lid, in den zwei bleibenden Fällen nur der Tumor entfernt werden. Viermal Heilung. Aus der Zusammenstellung über sämtliche bisher beschriebenen Fälle von Neubildungen am dritten Lide des Pferdes ist folgendes zu entnehmen: von 53 bisher bekannten Fällen sind nur 37 genauer untersucht worden. Dabei handelte es sich 16 mal um Karzinom, je 5 mal um Lipom und Papillom, je 4 mal um Sarkom und Fibrom, je 1 mal um Epitheliom, Angiom und Dermoid. Von 37 Neubildungen waren also 20 maligne Geschwülste. Sie sitzen meist der Außenfläche des dritten Lides auf. Größere Tumoren rufen

eitrige Entzündung der Conjunctiva hervor und neigen selbst zu Zerfall und Blutungen. Karzinome vermögen auch vom Orte des Entstehens aus den Bulbus anzugreifen und event. vollkommen zu zerstören. Therapeutisch kommt nur die Operation in Frage, und zwar, wie oben schon gesagt, entweder die Exzision des Tumors allein oder in Gemeinschaft mit einem Teil der „Nickhaut". Zur Operation bedarf man nur lokaler Anästhesie. Wird die Exstirpation auch des Bulbus nötig, dann muß das Tier niedergelegt und die Chloroformnarkose angewendet werden.

O. Zietzschmann (Zürich).

Rathje, Sarkokarzinom in der Orbita (Zeitschr. f. Veterinärkde., 1912, p. 550).

Einem Pferde war durch eitrige Panophthalmie der linke Augapfel vor mehreren Jahren zerstört worden. Neuerdings entwickelte sich in der Orbita eine harte höckerige Geschwulst, die sich histologisch als Sarcoma carcinomatodes erwies. Verf. operierte die Geschwulst mit dem Erfolge, daß elf Wochen später ein Rezidiv noch ausgeblieben war.

O. Zietzschmann (Zürich).

Röder, O., Strabismus convergens (Ber. d. Tierärztl. Hochschule in Dresden f. d. J. 1911. N. F. 1912, Bd. VI, p. 189).

Der Fall betrifft ein zwei Jahre altes Fohlen, das beiderseitig die abnorme Augenstellung zeigte. Die Augenachsen konvergierten aufwärts-nasal. Die Bulbi waren auffallend klein. Die Pupillen erschienen derart gedreht, daß der temporale Spaltwinkel abwärts, der nasale aufwärts schaute. Das Augeninnere war normal; die Papille erschien im Tapetum nigrum auffallend weit abwärts (ventral) verschoben.

O. Zietzschmann (Zürich).

7. Zentrale Störungen.

Kaden, Cerebralamaurose auf beiden Augen (Zeitschr. f. Chir., 1913, N. F., Ref. in Münchn. Tierärztl. Wochenschr., 1913, Bd. LVII, p. 593).

Der Fall betrifft ein Pferd, das in der Reitbahn sich überschlug und mit dem Kopfe heftig am Boden aufschlug. Es traten verschiedene Bewegungsstörungen auf gepaart mit Zwangsstellungen. Acht Tage nach dem Unfalle wurde einseitige totale Erblindung festgestellt, während an dem anderen Auge schwaches Sehvermögen noch konstatiert werden konnte. Klinisch ließ sich einzig maximale Mydriasis nachweisen; die Iris reagierte nur an dem Auge mit dem Rest des Sehvermögens noch ein wenig. Als

Ursache dieser Amaurose nimmt der Verf. einen Bluterguß in die Schädelhöhle an, der nach einer allmählichen Resorption eine allmähliche vollständige Restitution gestattete. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Karpius, J. P. und **Kreidl, A.**, Über die Bahn des Pupillarreflexes. Die reflektorische Pupillenstarre (Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. CIL, 1913, p. 115).

Die Versuche wurden an Katzen und Affen angestellt. Früher haben die Verff. (dasselbe Archiv Bd. CXXIV, 1909 und Bd. CXXXV, 1910) darauf hingewiesen, daß man bei Reizung des Chiasmas sowie des Tractus opticus an der Hirnbasis bei Katzen ganz regelmäßig beiderseits Pupillenverengerung erhält. Bei den neuen Untersuchungen fällt auf, daß eine bestimmte Zone des Tractus opticus bei Reizung keine Pupillenverengerung ergibt. Diese Tatsache findet ihre Erklärung darin, daß der Tractus opticus bei der Katze an der Basis einem Pupillenerweiterungszentrum anliegt: Bei Carnivoren und bei Affen liegt im Hypothalamus ein wesentlicher Anteil eines zentralen Reflexmechanismus für den Sympathicus. Das gedachte Pupillenerweiterungszentrum wirkt sowohl durch Sympathicusreizung als auch durch Oculomotoriushemmung.

Nach Durchtrennung des Tractus behält die elektrische Reizung des zentralen Stumpfes ihre Wirksamkeit, während die Reizung des peripheren Stumpfes wirkungslos wird.

Bei der Katze kommt es nach Durchtrennung des einen Tractus opticus zu einer schweren Schädigung der Lichtreaktion der kontralateralen Pupille, die wochenlang zu beobachten ist. Ganz im Gegensatz dazu bleibt bei Affen nach Durchtrennung des einen Tractus opticus die Lichtreaktion beider Augen erhalten. In Übereinstimmung damit steht es, daß die Durchschneidung eines vorderen Vierhügelarmes bei Katzen zu einer außerordentlich hochgradigen Herabsetzung der Lichtreaktion auf dem kontralateralen Auge führt, während bei Affen die einseitige Durchschneidung des vorderen Vierhügelarmes keine wesentliche Störung der Pupillenreaktion auf Licht hervorruft.

Sämtliche Pupillarfasern ziehen vom Tractus opticus über den vorderen Vierhügelarm zum Vierhügel; deshalb ist bei beiderseitiger mehr oder weniger vollständiger Durchtrennung dieser Fasern die Lichtreaktion der Pupillen aufgehoben oder auf das schwerste geschädigt.

Es gelang den Verff., eine Katze und einen Affen monatelang am Leben zu erhalten, denen die beiden vorderen Vierhügelarme durchtrennt waren; beide boten das Symptom der isolierten Lichtstarre der Pupillen.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Lechle, Vorübergehende Erblindung (Münchner tierärztliche Wochenschr., Bd. LVII, 1913, p. 622).

Dunkler Fall von Amaurosis während der Zeit von kongestiven Gehirnzuständen (?) bei einem Pferde. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Wilczek, Epilepsie mit folgender Amaurosis bei einem Privatpferde (Zeitschr. f. Veterinärk., 1912, p. 189).

Das sehr edel gezogene Reitpferd ostpreußischer Abstammung mußte seit Jahren zur Vornahme des Hufbeschlags mit Morphium vorbehandelt werden. In einem Falle, in dem das Morphium nicht genügend wirkte, wurde dem aufgeregten Tiere ein Lasso-Dompteur aufgelegt. So konnte zwar jeder Widerstand von seiten des Pferdes beseitigt werden, aber das Pferd brach unter starkem Zittern und keuchendem Atmen und Aufschrei zusammen. Einige Zeit nach Abflauen des Krampfzustandes sprang das Tier auf und hatte das Sehvermögen verloren. Am linken Auge trat die Sehkraft nach einiger Zeit wieder auf. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

V. Therapie.

Bru, Sur la thérapeutique oculaire (Revue vétérinaire, 1912, p. 586 und 694).

Anwendung der Mydriatica (Atropin usw.), sowie der Miotica (Pilocarpin, Eserin), der Anaesthetica (Cocain) und der Vasotonica (Adrenalin) auf das Auge. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Ginsberg und **Kaufmann**, Beeinflussung der cornealen Pneumokokkeninfektion beim Kaninchen durch China-Alkaloide (Berliner ophthalm. Gesellsch., Sitzung vom 22. Mai 1913).

Es wurde Kaninchen pneumokokkenhaltiges Blut in die Cornea gespritzt und beobachtet, ob die Keime durch die Behandlung mit China-Alkaloiden, deren für Pneumokokken spezifische bakterizide Wirkung von Morgenroth und Levy entdeckt worden ist, abgetötet wurden. Zur Prüfung des Erfolges wurden die Kaninchen verschieden lange Zeit nach der Behandlung getötet und die Hornhäute, gleichzeitig mit unbehandelten Kontrollen, auf Mäuse peritoneal verimpft. In einigen Versuchen wurde die von der Hornhautinfektion ausgehende Pneumokokkensepsis der Kaninchen als Kriterium benutzt.

Von 73 so infizierten unbehandelten Hornhäuten erwies sich bei dieser Methode nur eine einzige als steril.

Die Behandlung bestand teils in Einträufelung, meist aber in subconjunctivaler Injektion, besonders des Äthylhydrocuprein (Vereinigte Chininfabriken von Zimmer & Co.). Schädigungen des Auges wurden nicht beobachtet.

Drei Minuten lange Einträufelung von 2prozentigem Äthylhydrocuprein hydro-chloricum genügte nicht, um innerhalb einer Stunde alle Kokken abzutöten. Neben der Kürze der Einwirkungszeit kommt wohl das Intaktbleiben des Epithels als die Diffusion behindernd in Betracht; auch wird ein Teil der freien Base in der alkalischen Tränenflüssigkeit ausgefällt, der unwirksam ist.

Dagegen wurden durch subconjunctivale Injektion von $^1/_2$ ccm der gleichen Lösung bei 3- bis 6stündiger Einwirkungsdauer fast $^2/_3$ der Hornhäute keimfrei gemacht (13 von 21), während alle Kontrollen virulent blieben. Eine Beeinflussung blieb bis zu 0,25 $^0/_0$ erkennbar, wurde aber immer geringer; bei 0,5 $^0/_0$ wurde von 9 Hornhäuten nur eine steril.

Bei Verlängerung der Einwirkungsdauer auf 24 Stunden (0,5prozentige Lösung) wurde aber die Hälfte, bei 48 Stunden sogar $^2/_3$ der Cornea keimfrei, während alle Kontrollmäuse an Pneumokokkensepsis eingingen. Noch besser wurden die Resultate bei Wiederholung der gleichen Injektion nach 24 Stunden. Im Sepsisversuch blieben die so behandelten 4 Tiere am Leben, während die Kontrollen am ersten bis zweiten Tage an Pneumokokkensepsis starben. Von 9 so behandelten und verimpften Hornhäuten waren alle steril, während die 18 Kontrollmäuse eingingen.

Chinin, das im Reagensglas auf Pneumokokken wenig wirksam ist, zeigt sich bei unseren Versuchen in starker (2 $^0/_0$) Konzentration dem Äthylhydrocuprein gleichwertig, während die schwächeren Lösungen, im Gegensatz zum Äthylhydrocuprein, auch bei Wiederholung, vollständig versagen.

Beim Ulcus serpens sind die Lebensbedingungen für die Kokken sicherlich ungünstiger als in unserem Tierversuch. Ferner kommt es dort nicht, wie im Experiment, darauf an, alle Kokken zu töten, sondern zur Heilung des Ulcus dürfte genügen, die Vermehrung der Keime im Gewebe zu hindern und ihre Widerstandskraft gegenüber dem Organismus herabzusetzen.

Daher ist zu erwarten, daß auch das Ulcus serpens der Behandlung mit China-Alkaloiden sich zugänglich erweist.

Hier würden wohl auch Einträufelungen (bei Verlängerung der Einwirkung durch Wiederholung) wirksam sein, da das die Diffusion behindernde Epithel fehlt.

Ein sicherer Weg, um genügend konzentrierte Mengen des Mittels in die Cornea zu bringen, ist die, eventuell zu wiederholende subconjunctivale Injektion von $^1/_2$ ccm der 0,5 prozentigen Lösung des Äthylhydrocuprein.

Auch Versuche, mit dem Präparat den Tränensack zu behandeln, und prophylaktisch den Conjunctivalsack von Pneumokokken zu befreien, sind geboten.

Diskussion. Herr Morgenroth weist auf die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution der China-Alkaloide und dem Zustandekommen der Wirkung auf Pneumokokken hin, besonders auf die Bedeutung der Äthoxylgruppe, wie sie auch in anderen Reihen nach neueren Untersuchungen hervortritt.

Das Äthylhydrocuprein hat sich auch in vitro als ein ausgezeichnetes spezifisches Desinfektionsmittel für Pneumokokken erwiesen, und umfangreiche Tierversuche an 12 verschiedenen Pneumokokkenstämmen lassen es als beinahe sicher erscheinen, daß das Mittel generell gegen Pneumokokken verschiedenster Herkunft wirkt. Was die Wirkung bei Ulcus serpens betrifft, so hat Herr Dr. Goldschmidt, Assistent an der Universitäts-Augenklinik in Leipzig (Geheimrat Sattler), freundlichst gestattet, mitzuteilen, daß er in 5 Fällen das Präparat mit gutem Erfolge angewandt hat, und zwar stündliche Instillationen einiger Tropfen einer 2- bis 3prozentigen Lösung des salzsauren Salzes. Die Versuche werden dort fortgesetzt werden. *C. Adam* (*Berlin*).

Russanow, K., Dionin in der Augenpraxis (Veterinär-Arzt, 1912, Nr. 23, p. 263. Russisch). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

ARCHIV
FÜR
VERGLEICHENDE OPHTHALMOLOGIE

UNTER STÄNDIGER MITARBEIT VON

Prof. ANGELUCCI (Neapel), Prof. AXENFELD (Freiburg i. B.), Prof. BAYER (Wien), Prof. BERNHEIMER (Innsbruck), Prof. EBERLEIN (Berlin), Prof. ELLENBERGER (Dresden), Prof. FRANK (München), Prof. GREEFF (Berlin), Prof. GULLSTRAND (Upsala), Prof. R. v. HERTWIG (München), Prof. v. HESS (München), Prof. HESSE (Berlin), Dr. JESSOP (London), Prof. KOMOTO (Tokio), Prof. LANG (Zürich), Prof. RABL (Leipzig), Prof. RÖMER (Greifswald), Prof. RÜCKERT (München), Prof. SATTLER (Leipzig), Prof. v. SCHLEICH (Tübingen), Prof. SCHLÖSSER (München), Prof. UHTHOFF (Breslau), Prof. H. VIRCHOW (Berlin), Prof. ZIETZSCHMANN (Zürich) und Anderen

HERAUSGEGEBEN VON

DR. MED. GUSTAV FREYTAG
PRIVATDOZENTEN FÜR AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

No. 14
IV. JAHRGANG ▫ II. HEFT
AUSGEGEBEN AM 25. JUNI 1914



LEIPZIG 1914
VERLAG VON S. HIRZEL

Inhalt.

Originalarbeiten.

Bibliographie.

Alphabetisches Verzeichnis

derjenigen Autoren, die im vorliegenden Hefte im Originalienteil oder in der Bibliographie vertreten sind.

(Die Zahlen bezeichnen die Seiten dieses Heftes, die Originalarbeiten sind durch fetten Druck hervorgehoben.)

[Aus der Universitäts-Augenklinik zu Leipzig. Dir.: Geheimrat Prof. Dr. Sattler.]

Beiträge zur pathologischen Anatomie und Pathogenese der angeborenen Kolobome des Augapfels.

Von

H. und M. Roth.

Hierzu Tafel III bis VIII und vier Abbildungen im Text.

Die moderne Richtung in der gesamten Teratologie, die die Ursache der Mißbildungen auf experimentellem Wege zu ergründen sucht, hat in den letzten Jahren auch in der Mißbildungslehre des Auges so sehr Eingang gefunden, daß es fast scheinen möchte, als ob das Interesse an der Morphologie der Mißbildungen des Auges dabei etwas zu kurz gekommen wäre. Indes haben die experimentellen Arbeiten, so interessante Ergebnisse sie an sich zutage gefördert haben, die alte Streitfrage der Kolobomgenese nicht zu entscheiden vermocht, so daß auch heute zwischen den Anhängern der mesodermalen und denen der ektodermalen Theorie noch keine Einigung erzielt ist.

Es erscheint also nach wie vor nicht nur berechtigt, sondern geboten, auch die Morphologie der Kolobome sorgfältig zu berücksichtigen. Wir haben uns dieser Aufgabe auf die liebenswürdige Anregung von Herrn Professor Stabsarzt Dr. Seefelder hin unterzogen und drei Kolobomaugen anatomisch untersucht, deren Beschreibung wir kurz folgen lassen.

Fall I. Otto H., 8 Wochen alt.

Kolobom der Iris, des Ciliarkörpers, der Aderhaut und des intraocularen Sehnervenendes.

Über diesen Fall ist von Seefelder bereits in folgenden zwei Publikationen berichtet worden: 1. Kolobom des Augapfels mit Rüsselbildung (XXXVI. Bericht der Heidelberger ophthalm. Gesellschaft 1910).

2. Über den anatomischen Befund in einem Falle von Membrana pupillaris persistens corneae adhaerens und angeborener Hornhauttrübung (Arch. f. Augenh. Bd. LXIX, p. 164, 1911). Wir verweisen auf diese beiden Publikationen und beschränken uns darauf, über das klinische und anatomische Verhalten dieses Falles nur das für unser spezielles Thema Erforderliche zu berichten, resp. zu rekapitulieren.

Es handelt sich um das kolobomatöse linke Auge eines 8 Wochen alten Kindes, das in durchaus frischem Zustand enukleiert worden ist.

Makroskopische Beschreibung.

Beim Abtragen einer oberen Kalotte nach Zenker-Fixierung lag die Retina tadellos an, später trat während der Celloidinbehandlung (Trockenmethode) eine Schrumpfung des Glaskörpers und fast totale Netzhautablösung ein. Nach Aufhellung des Präparates in Zedernöl zeigte sich das ganze Kolobom in voller Deutlichkeit. In diesem Zustande ist auch der Bulbus in der Ansicht von vorn und unten gezeichnet worden (Textfigur 1). Man sieht ein großes Kolobom der Iris, das sich in ein solches des Ciliarkörpers fortsetzt. Die dann folgenden helleren Partien mit ihrer zackigen und unregelmäßigen Begrenzung entsprechen einem Kolobom der Aderhaut, das den in dieser Augenstellung nicht sichtbaren Sehnerven umgreift. Das Kolobom ist, wie schon hier bemerkt sei, ein totales, ist aber im Bereiche des Ciliarkörpers so schmal, daß der Augenspalt dort makroskopisch auf eine kurze Strecke geschlossen zu sein scheint.

Die Form des herausgenommenen Bulbus erschien im großen ganzen normal, nur unten entsprechend dem Aderhautkolobom war eine leichte Ektasierung festzustellen. Das sclerale Gewebe war hier nicht so glatt und regelmäßig wie im Bereiche der übrigen Sclera, sondern narbenähnlich. Der Sehnerv war etwas nach oben disloziert, Sclera und Opticusscheide unmittelbar am unteren Sehnervenbereich ebenfalls etwas ektasiert.

Maße: h. A. 19 mm
v. A. 17 „
s. A. 17 „

Abstand des Musc. obliq. inf. vom N. opticus 7 mm.

Zur Technik der Untersuchung bemerken wir, daß der Bulbus durch einen Frontalschnitt in eine vordere und hintere Hälfte zerlegt und mit Ausnahme des vordersten Augenabschnittes durchweg frontal geschnitten wurde. Die Schnitte verlaufen also senkrecht zur Kolobom-

spalte. Schnittfärbung fast ausschließlich Hämalaun-van Gieson und Heidenhains Hämatoxylin-van Gieson.

Mikroskopische Beschreibung.

Wir beschreiben zunächst die vordere Kolobomhälfte, deren hintere Grenze ungefähr mit dem vordersten Abschnitt des Fundus- bzw. Aderhaut-Koloboms zusammenfällt (Linie a—a' in Fig. 1).

Verfolgen wir hier die Schnitte in der Richtung nach vorn, so zeigt sich, daß die Sclera im Bereiche des Koloboms fast auf das Doppelte verdickt ist und einen stumpf-kegelförmigen, bindegewebigen, derben Zapfen in das Augeninnere entsendet. In der Basis des Zapfens sind neben mehreren Kapillaren fünf größere, verschieden weite, teils arterielle, teils venöse Gefäße unmittelbar nebeneinander enthalten, die durchgehends

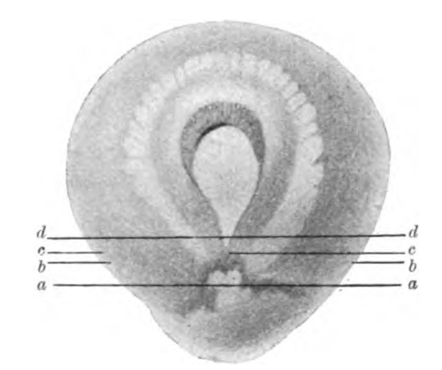


Fig. 1.

im Querschnitt getroffen sind, also in der Richtung der Kolobomspalte verlaufen. Mit dem Zapfen stehen allenthalben Glaskörperfibrillen in Verbindung, die sich von da aus strahlenförmig nach allen Richtungen verbreiten. Die Mesodermleiste ist zunächst in ihrer Basis sehr breit, verschmälert sich jedoch um so mehr, je weiter wir nach vorn kommen. Der Zusammenhang mit der Sclera nimmt hier allmählich einen ganz anderen Charakter an: an Stelle des derben skleralen Gewebes tritt ein mehr lockeres mit wenig fibrillärer Zwischensubstanz, das schließlich ganz das sclerale Aussehen verliert und mit dem Stroma des Corpus ciliare übereinstimmt. In den gleichen Schnitten trifft man auch auf der einen Seite der Spalte einen wohlausgebildeten Ciliarmuskel, während auf der anderen Seite nur Proc. ciliar. vorhanden sind ohne Muskulatur und Bindegewebe. Von den Muskelfasern des Ciliarmuskels dringen einzelne Bündel in die beschriebene Bindegewebsbrücke zwischen Leiste und Sclera

hinein, erreichen jedoch nicht den eigentlichen Mesodermstrang. Weiterhin wird die Verbindung zwischen Leiste und Sclera nur durch ganz wenige Bindegewebszellen bewerkstelligt (vgl. Fig. 1, Taf. III). Die in der Leiste enthaltenen Gefäße werden nach vorn zu immer schwächer und nehmen eine mehr oberflächliche Lage ein, feine Kapillaren gehen zu Glaskörper und Linse ab. Interessant sind die Beziehungen der Leiste zur Linsenkapsel: Von der im Querschnitt oval erscheinenden, bis auf die schmale Bindegewebsbrücke frei im Bulbus verlaufenden Leiste zieht nämlich ein gefäßführendes, mehr längsgetroffenes Bündel an die hintere Linsenkapsel und legt sich ihr eng an, ja scheint sie sogar stellenweise zu ersetzen. Zarte Kapillaren gehen von ihm aus, die teils in den Glaskörper, teils an die Linsenkapsel ziehen. Da die Schnittrichtung immer möglichst senkrecht zur Spalte erfolgt ist, muß man aus diesem Verhalten des Mesoderms schließen, daß ein Teil der Leiste hier zur hinteren Linsenkapsel abbiegt. — Weiter nach vorne zu gewinnt die ursprüngliche Leiste, in der nunmehr keine Gefäße mehr nachzuweisen sind, ziemlich rasch wieder den Anschluß an die Sclera. Zunächst noch durch etwas lockeres Bindegewebe und Ciliarmuskel von ihr getrennt, ist sie bald wieder vollkommen mit der Sclera verwachsen. Die Leiste erscheint jetzt sehr breit, flacht sich aber nach vorn zu mehr und mehr ab. Es bleibt aber immer eine deutliche, wenn auch sehr geringe Prominenz der inneren Lagen der Sclera bestehen. Diese Prominenz wird jedoch größtenteils dadurch zum Teil wieder aufgehoben, daß sie von der hier fest aufliegenden Linsenwand muldenförmig eingedellt wird.

Wir wenden uns nun zur Beschreibung der Mesodermleiste im hinteren Augenabschnitte.

Die ersten Schnitte zeigen naturgemäß zunächst ein ganz ähnliches Bild, wie die der soeben beschriebenen Serie (vgl. Textfig. 2). Die im Schnitte als Zapfen imponierende Mesodermleiste sitzt der Sclera breitbasig auf und enthält das oben erwähnte quergetroffene Gefäßbündel. Weiter hinten nähern sich jedoch die Gefäße zum Teil der Innenfläche und erscheinen stellenweise mehr längs getroffen. Die Leiste wird niedriger, ihre Basis noch breiter. An einer Stelle zieht von der Leiste ein ziemlich mächtiges Gefäß in den Glaskörper hinein. Dann wird die Leiste wieder höher und spitzer, und wir stoßen nun auf ein ganz ähnliches Verhalten wie in der vorderen Hälfte: der Zusammenhang des inneren Abschnittes der Leiste mit der Sclera geht verloren, und schließlich verläuft die Leiste mitsamt den Gefäßen eine Strecke weit, diesmal ohne jegliche Bindegewebsbrücke, ganz frei im Glaskörper. Sie gewinnt jedoch in der nächsten Nähe des Sehnervenein-

trittes wieder den Anschluß an die Sclera und zugleich eine ganz bedeutende Mächtigkeit. In ihrem Inneren verlaufen dabei einige größere, teils quer-, teils schräg- und längsgetroffene Gefäße, die mit der Leiste bis an das intraoculare Sehnervenende herantreten und einen Teil seines untersten Abschnittes darstellen. Schon hier sei betont, daß im Sehnerven keine Zentralgefäße nachzuweisen sind, vielmehr bezieht die Retina ihr Gefäßsystem ausschließlich von den mächtigen Gefäßen, die innerhalb der Mesodermleiste verlaufen. Im übrigen läßt sich eine ganz genaue Darstellung der Verhältnisse im Bereiche des

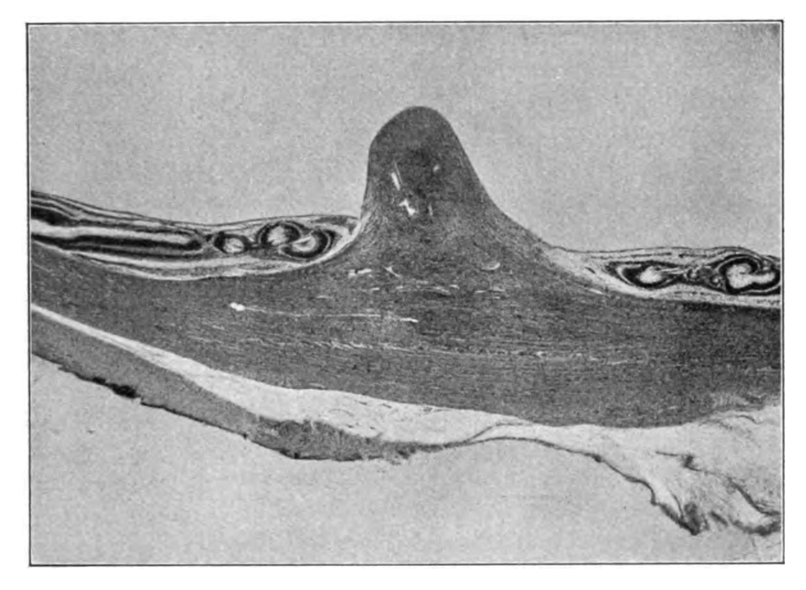


Fig. 2.

hinteren Augenpols, insbesondere der genauen Beziehungen zwischen Sclera und Sehnervenscheiden (Mesoderm) und Retina und Sehnerv (Ektoderm), auf Grund der in dieser Hinsicht recht ungünstigen Schnittrichtung nicht liefern. Wie natürlich ist nämlich der hintere Augenpol teils sehr schräg, teils direkt flach getroffen. Die Schnitte zeigen ein so wirres Durcheinander von Ektoderm und Mesoderm, daß man sich nur sehr schwer darin zurechtfinden kann und hinsichtlich der Erklärung dieser Befunde in Schwierigkeiten geriete, wenn man nicht aus früheren Beschreibungen von Aderhautkolobomen wüßte, daß gerade in der nächsten Umgebung des Sehnerven eine derartige Vermengung von Netzhaut und Sclera die Regel darstellt. Wissen wir doch, daß sich die Netzhaut

häufig tief in die Sclera einzustülpen pflegt, daß sie auch häufig in die Duralscheide Fortsätze entsendet usw. Um solche Veränderungen handelt es sich auch in diesem Falle.

Verhalten der Chorioidea, des Pigmentepithels und der Retina.

Die Chorioidea fehlt im Kolobombereich meist vollständig. An einer ziemlich umschriebenen Stelle erstreckt sie sich jedoch auch auf den Kolobombereich bis nahe an die Leiste heran. Ihre Ausbildung ist zwar auch hier nicht so weit und regelmäßig gediehen wie im Bereich des übrigen Fundus, doch ist eine gewisse lamelläre Struktur und Ausbildung von ein bis zwei Gefäßschichten unverkennbar. Abseits vom Kolobom ist die Entwicklung der Aderhaut als durchaus normal zu bezeichnen.

Das Verhalten des Pigmentepithels und der Retina soll im Zusammenhang geschildert werden. Vorausgeschickt sei, daß beide Blätter abseits vom Kolobom durchaus normal entwickelt sind. Insbesondere verdient von der Retina hervorgehoben zu werden, daß die Ausbildung der Fovea centralis hinter der eines normalen Neugeborenen-Auges in keiner Weise zurücksteht. Damit erklärt sich ohne weiteres die wiederholt konstatierte Tatsache, daß Kolobomaugen ein gutes zentrales Sehvermögen besitzen können. Im übrigen interessiert uns vor allem das Verhalten der Retina und des Pigmentepithels an den Kolobomrändern und ihrer nächsten Umgebung. Ganz im allgemeinen fällt am Pigmentepithel auf, daß es in dem an die Kolobomspalte angrenzenden Abschnitt an manchen Stellen verdickt und sehr dunkel, an anderen wieder zart und schütter pigmentiert erscheint. Oft treibt es zapfenförmige Fortsätze in die Aderhaut, innerhalb deren sich auch sonst vielfach Pigmentklumpen finden, wie man sie sonst nur im Irisstroma als sogenannte Klumpenzellen zu sehen bekommt. Diese Fortsätze hängen teils noch mit der eigentlichen Pigmentepithellage zusammen, teils erscheinen sie als frei in der Chorioidea liegende Klumpen und Schläuche. Dies findet sich besonders stark ausgeprägt im hinteren Abschnitt des Bulbus.

Wir beginnen wieder mit der Schilderung der vorderen Bulbushälfte, ausgehend von hinten nach vorn. Die beiden Seiten der Mesodermleiste zeigen hier große Verschiedenheiten. Auf der einen Seite findet man Duplikaturen der Retina und des Pigmentepithels. Dieses reicht bis an die Basis des Zapfens heran und wird in diesem letzten Abschnitt von einer Lage kubischer, unpigmentierter Zellen überzogen, die die Fort-

setzung der Netzhautduplikaturen darstellen. Dadurch erhalten diese Gebilde große Ähnlichkeit mit Proc. cil. Auf der anderen Seite finden sich keine oder nur sehr schwache Duplikaturen, die Retina geht an der Umschlagsstelle aber auch hier nicht in das Pigmentepithel, sondern ebenfalls in ein unpigmentiertes kubisches Epithel über, so daß das Pigmentepithel erst etwas weiter von der Basis der Mesodermleiste entfernt beginnt. Bemerkenswert ist, daß, obwohl wir uns noch weit außerhalb des Ciliarkörpers befinden, von den Pigmentepithel-Duplikaturen Zonulafasern ausgehen, die sich teils mit der Mesodermleiste, teils mit den Retinaduplikaturen verbinden.

Dies eben beschriebene Bild ändert sich erst im Bereiche der Pigmentepithelbrücke, wo also makroskopisch keine Spaltbildung mehr zu sehen war. Wie erinnerlich, findet hier die allmähliche Loslösung der Leiste von der scleralen Unterlage statt, mit der sie schließlich nur noch durch einige feine Bindegewebsfasern verbunden ist (vgl. Fig. 1, Taf. III). Auf beiden Seiten dieser Bindegewebsfasern steigen steil bis zur Leiste empor mächtige Proc. cil.-ähnliche Duplikaturen des Pigmentepithels. An der Verwachsungsstelle zwischen der einen Pigmentepithel-Duplikatur und der Leiste findet sich absonderlicherweise die Entwicklung von ziemlich kräftiger Muskulatur vom Aussehen des Sphincter iridis (Fig. 1 u. 2, Taf. III). Die Muskulatur steht allenthalben in einer innigen Verbindung mit dem Pigmentepithel, und es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß sie daraus hervorgegangen ist. Es handelt sich also um eine äußerst interessante Feststellung: Das Auftreten ausgeprägter Sphinctermuskulatur an ganz atypischer, umschriebener Stelle (vgl. Taf. III, Fig. 1 u. 2). Die Linien bb′ und cc′ in Textfigur 1 geben an, innerhalb welcher Grenzen dieses merkwürdige Phänomen zur Entwicklung kam. Daß hier nur auf einer Seite (in der Abb. rechts) der Ciliarmuskel sich findet, wurde schon oben erwähnt. Er setzt sich übrigens weiter vorne unter der Leiste auch auf die andere Seite fort. Ferner ist hier die unregelmäßig gewucherte und eine steile Falte bildende Retina mit der Leiste verwachsen. Noch weiter nach vorn ist der Ciliarmuskel unterbrochen, und es zeigt sich ein schmaler, weiterhin etwas besser ausgebildeter Irisstumpf mit äußerst schwach entwickelter Muskulatur (Fig. 3, Taf. IV). Ungefähr gleichzeitig erscheint in der Schnittserie die nach unten dislozierte Linse, von der allerdings nur die Kapsel zu sehen ist, wogegen die Linsenfasern zumeist ausgefallen sind (vgl. Taf. IV, Fig. 3 u. Linie dd′ in Textfig. 1). — Dort wo die Mesodermleiste von der Linse muldenförmig eingedellt ist, tritt in ziemlich großer Entfernung vom Kolobom ein Ciliarfortsatz von exzessiver Größe auf, der mit der Linsen-

kapsel in Verbindung steht. — Je weiter wir nach vorn kommen, desto mehr wird die Kapsel von radiär gestellten Proc. cil. umgeben, die sich durch Zonulafasern mit ihr verbinden, so daß schließlich nur eine kleine, dem Iris-Ciliarkörper-Kolobom entsprechende Stelle davon freibleibt. Das Irisstroma ist hier verschwunden, die Linsenkapsel liegt der muldenförmig eingedellten Sclera innig an, das Pigmentepithel erstreckt sich auf beiden Seiten bis an die Ränder der Mulde heran und bedeckt noch den Musc. cil., der sich bis zum letzten Schnitte verfolgen läßt.

Zum Verhalten der Retina sei noch nachgetragen: Sie zeigt auf der Seite, auf der sich auch die Pigmentepithel-Duplikaturen finden, starke Duplikaturen und Rosettenbildung.

Im Bereich des Iriskoloboms nimmt die Duplikaturenbildung erheblich ab. Auf der anderen Seite hingegen finden sich keine Duplikaturen und Rosetten der Retina, vielmehr geht diese, nach vorn zu in immer wachsender Ausdehnung, einfach in ein kubisches Epithel über, das das Pigmentepithel überzieht. Eine Vermengung und Unregelmäßigkeiten der Körnerschichten gehen diesem Übergang voraus.

Wir kommen nun zum Verhalten der Retina und des Pigmentepithels im hinteren Bulbusabschnitt.

Die hier makroskopisch so auffällige Breite des Koloboms erklärt sich mikroskopisch, wie dies gewöhnlich der Fall ist, durch eine opticuswärts ständig zunehmende Ausdehnung der evertierten Retina, die aber vielfach bis auf eine einfache unpigmentierte Epithellage reduziert ist. Auch hier zeigt sich auf der einen Seite eine stärkere Tendenz zur Duplikaturenbildung als auf der anderen. Zunächst finden sich immer noch sehr stark pigmentierte Duplikaturen des Pigmentepithels, die große Ähnlichkeit mit Proc. cil. haben (auch Zonulafasern sind anfangs noch nachzuweisen), zum Teil jedoch außerordentlich stark pigmentierte, unregelmäßige Konvolute von Epithelschläuchen bilden (vgl. das oben über das allgemeine Verhalten des Pigmentepithels Gesagte). Weitere Störungen in der Entwicklung des Pigmentepithels lassen sich auch noch außerhalb des eigentlichen Kolobomgebietes in Gestalt von teils sehr dichter, teils schütterer Pigmentierung, ungleicher Höhe des Epithels usw. nachweisen. — Weiter nach rückwärts hört die Proc. ciliares-Bildung auf, da ja der Beginn der unpigmentierten Zellen immer weiter hinausrückt. Dafür zeigen sich aber zu beiden Seiten der Mesodermleiste sehr schöne Duplikaturen der Retina. Beide Blätter sind zum Teil in großer Ausdehnung miteinander verwachsen, stellenweise sogar überhaupt nicht streng voneinander zu trennen. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß die Netzhautblätter in regelloser Weise von den Gefäßen durchwachsen sind, so daß auch

an die Außenseite der Netzhaut Gefäße gelangten. An solchen Stellen finden sich auch gelegentlich Gefäße in den zahlreichen Rosetten, ohne daß wir ihnen eine wesentliche Bedeutung für die Entstehung der Rosetten zuschreiben möchten, da ja die meisten von ihnen keine Gefäße enthalten. Auffällig ist auch, daß das äußere Blatt die in inverser Reihenfolge gelagerten Schichten in guter Ausbildung zeigt, während das innere Blatt zum großen Teil fast nur aus gliösem Gewebe besteht. Sehr merkwürdig ist ferner die Produktion von Glaskörper von seiten des äußeren Blattes, der auf diese Weise zwischen Chorioidea und Retina zu liegen kommt. Das Gebiet der Netzhautduplikaturen ist auf der einen Seite mit der normalen Netzhaut durch eine breite Zone verbunden, innerhalb deren die Netzhaut hochgradig atrophisch ist. Sehr häufig finden sich in diesem Gebiet Ansätze zu Duplikaturenbildungen, die sich aber nur auf die äußere Körnerschicht erstrecken.

Dort wo der Zapfen zum frei im Glaskörper verlaufenden Strang geworden ist, vereinigt sich die Netzhaut unter dem Strang, allerdings nur durch gliöses Gewebe.

In dem hintersten Abschnit des Bulbus finden sich endlich die schon oft beschriebenen, bereits oben erwähnten bekannten Bilder, auf die hier nicht nochmals eingegangen werden soll.

Zusammenfassung:

In dem kolobomatösen linken Auge eines Neugeborenen ist die Kolobomspalte zum größten Teile von einer mächtigen bindegewebigen Leiste eingenommen, die zum Teil weit in den Glaskörper hineinragt und im vorderen Augenabschnitt mit der Linsenkapsel verwachsen ist.

Innerhalb der Leiste verlaufen mehrere, darunter mächtige Gefäße von der Stelle des Sehnerveneintrittes nach vorn. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Leiste vorn eine kurze Strecke fast, hinten ebenso ganz frei im Glaskörper verläuft. Im Sehnerven sind keine Zentralgefäße nachweisbar. Besonders hervorzuheben und unseres Wissens noch nicht beschrieben ist das umschriebene Auftreten ausgeprägter Sphinctermuskulatur an einer ganz atypischen Stelle, weit abseits von der Iris. Hierdurch ist der Beweis erbracht, daß unter besonderen Umständen irgendein beliebiger und keinesfalls von vornherein dazu prädestinierter Abschnitt des retinalen Epithels zur Produktion von Muskelgewebe nach Art des Sphincter befähigt sein kann.

Die Retina zeigt im übrigen ein in Kolobomaugen regelmäßig beobachtetes Verhalten, das vor allem durch die Bildung von mächtigen

Duplikaturen charakterisiert ist, die teils — und zwar besonders in der Nähe des Sehnerveneintrittes — in die mesodermale Umgebung des Augapfels eingedrungen sind, teils sich weit in den Glaskörperraum hineinerstrecken.

Fall II.

Kolobom der Iris, des Ciliarkörpers, der Aderhaut und des intraocularen Sehnervenendes eines Erwachsenen.

Makroskopische Beschreibung.

Es handelt sich um die nasale Hälfte eines vertikal aufgeschnittenen Auges, das Herrn Dr. Seefelder von Herrn Geheimrat Marchand freundlichst zur Bearbeitung überlassen wurde. Der Sehnerveneintritt ist in dem Präparat größtenteils vorhanden. Das Auge ist aus der Leiche einige Zeit nach dem Tode enukleiert worden. Da wir über den Zeitpunkt der Entnahme keine bestimmten Angaben besitzen, können wir über die Konservierungsverhältnisse nichts Zuverlässiges aussagen. Der Bulbus zeigt ovale Form infolge einer Ektasie seiner hinteren unteren Hälfte. Der Abstand von der Mitte der Cornea bis zum unteren Sehnervenrand beträgt 27, bis zum oberen 23 mm, der vertikale Durchmesser der Cornea 10,5 mm. Es besteht ein typisches Iriskolobom mit Verlagerung der Pupille nach unten. Die Iris ist oben 5, medial 2 mm breit. Am Übergang der Pupille in das Kolobom entspringt von der Iris ein kräftiger, stark pigmentierter, hornähnlicher Fortsatz, der sich allmählich verjüngt und in der Richtung des gegenüberliegenden Kolobomrandes verläuft. Da wir den Bulbus vor dem Aufschneiden nicht gesehen haben, wissen wir nicht, ob er mit der anderen Seite in Verbindung gestanden hat. — Das Kolobom ist ein totales und reicht anscheinend bis in den Ciliarkörper. Das Corpus cil., bzw. der Musc. cil. sind auf dem Durchschnitt deutlich sichtbar, es finden sich jedoch in der Verlängerung des Iriskoloboms scheinbar keine Ciliarfortsätze, wohl aber ein stark pigmentierter Überzug. Außerhalb des Koloboms dagegen sind die Ciliarfortsätze stark entwickelt. Die Form des Koloboms bes. im Fundus ist am besten aus der Textabbildung 3 ersichtlich. Netzhaut, Pigmentepithel und Glaskörper fehlen hier anscheinend ganz. An der Kolobomgrenze, die namentlich von seiten der Retina auffallend scharf gezogen ist, findet sich eine Pigmentwucherung, im Bereiche des Koloboms selbst stellenweise eine zarte fleckige Pigmentierung. Ferner fällt hier eine unten bis an die Mitte des Sehnerven heranreichende Mesodermleiste auf, die sich mit strahligen Ausläufern bis etwa zum Aequator bulbi verfolgen läßt.

Der Bulbus war in Formol fixiert, nach der Zelloidin-Trockenmethode weiter verarbeitet und in eine sagittale Schnittserie zerlegt. Die Schnitte waren fast ausschließlich mit Hämatoxylin-van Gieson gefärbt.

Mikroskopische Beschreibung.

Zum histologischen Verhalten der nicht dem Kolobom angehörigen Teile des Bulbus sei zunächst kurz erwähnt, daß sich die Cornea, abgesehen von einer leichten, wohl bei der Fixierung entstandenen Fältelung, normal verhält, ebenso die Sclera, in der nur eine stärkere Pigmentierung mit Zellen nach Art der Chromatophoren der Aderhaut auffällt. Das Bindegewebe größerer Proc. cil. zeigt teilweise hyaline Degeneration. Die Chorioidea ist nicht wesentlich verändert, jedoch in der Nähe des Opticus-Eintrittes viel besser ausgebildet als in den vorderen Partien. Die Retina ist vorn ziemlich stark atrophisch und erst nach dem Opticus zu deutlich geschichtet. Stäbchen und Zapfen sind zum Teil vollkommen zerfallen, an einigen Stellen fehlen sie ganz. Die Körnerschichten (die man nur in den hinteren Partien deutlich voneinander trennen kann) zeigen ausgedehnte Vakuolenbildung. Ganglienzellen sind nur ganz vereinzelt nachzuweisen.

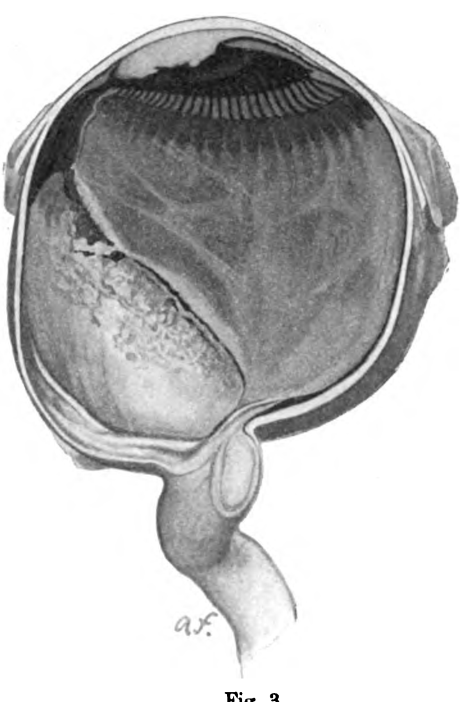


Fig. 3.

Im Kolobombereich fällt auf, daß die Iris in den ersten Serien vollkommen fehlt. Hingegen findet sich eine außerordentlich starke Entwicklung des uvealen Gerüstwerkes der Kammerbucht (sog. Lig. pectinatum), (s. Taf. IV, Fig. 4), die direkt an die Verhältnisse beim Tier erinnert. Es gehen starke pigmentierte Fortsätze vom Aussehen des Irisstromas von der Gegend der Iriswurzel zum skleralen Gerüstwerk hinüber, das ebenfalls sehr schön und regelmäßig entwickelt ist. — Erst weiter medial tritt ein Irisstumpf auf, der sich allmählich

zu einer kurzen, sphincterhaltigen, relativ dicken Iris entwickelt. Diese ist an ihrer Hinterfläche außerordentlich stark pigmentiert und zeigt auch im Stroma neben den Chromatophoren reichlich sogenannte Klumpenzellen, die ja bekanntlich als Abkömmlinge des Pigmentepithels zu betrachten sind und sich übrigens auch in den oberen normalen Partien der Iris finden.

Von Interesse ist ferner das Verhalten des oben erwähnten brückenförmigen Irisausläufers, der bei der angewandten Schnittrichtung naturgemäß durchgehends im Querschnitt getroffen ist. Er besteht ausschließlich aus einem sehr gefäßreichen, mit dem Irisstroma weitgehend übereinstimmenden Mesodermgewebe, dessen Ähnlichkeit mit der Iris vor allem dadurch betont wird, daß die äußere Hülle des nahezu drehrunden Vorsprungs ausschließlich von sehr stark pigmentierten Chromatophoren gebildet wird, die der vorderen Grenzschicht der Iris entsprechen, während der Kern des Stranges in der Hauptsache aus Gefäßen besteht (s. Taf. V, Fig. 5). Der Strang verbreitert sich immer mehr, je mehr wir uns der Iris nähern und weist an der Verschmelzungsstelle und noch weiter peripher fast die gleiche Breite wie die Iris auf. Er ist nämlich eigentümlicherweise fast im Bereiche der ganzen Iris dadurch ziemlich deutlich abzugrenzen, daß er von der Iris an der Rückseite durch eine tiefe, „von unregelmäßig gewuchertem Pigmentepithel ausgekleidete und teilweise ausgefüllte Furche abgesetzt ist“ (Seefelder), (s. Taf. IV, Fig. 4). Es handelt sich hier offenbar um ein sogenanntes Brückenkolobom der Iris, das von Seefelder unter diesem Namen bereits auf dem Heidelberger Kongreß 1913 kurz demonstriert worden ist.

Der Musc. cil. ist auf sämtlichen Schnitten vorhanden, wenn auch bedeutend schwächer ausgebildet als oben. Er wird von stark entwickelten, meist sehr dunkel pigmentierten Proc. cil. mit den kubischen Zellen der Pars cil. retinae überzogen. Diese setzen sich, indem sie gleichzeitig niedriger werden, viel weiter als der Norm entspricht nach hinten fort und werden in den von den medialen Partien stammenden Schnitten spärlicher und unregelmäßig. Das Pigmentepithel hört dann weiter hinten plötzlich auf und fehlt im ganzen Kolobombereiche vollkommen. Die Frage nach dem Vorhandensein eines Ciliarkörperkoloboms läßt sich in Anbetracht der für diesen Zweck sehr ungünstigen Schnittrichtung nicht mit Sicherheit entscheiden. Wenn es z. B. einen so feinen Spalt wie im Falle I darstellt, so kann dieser in Sagittalschnitten außerordentlich leicht unbemerkt bleiben. Immerhin sprechen an einigen Stellen auftretende Unterbrechungen der Proc. cil. mit unregelmäßiger Pigmentierung in der Nachbarschaft dafür, daß ein Ciliarkörperkolobom mit großer Wahrschein-

lichkeit vorhanden ist. An manchen Schnitten ist im Bereich des Ciliarmuskels eine starke, drüsenähnliche Wucherung der Ciliarfortsätze festzustellen; die Pigmentierung ist hier größtenteils sehr schwach, oder sie fehlt ganz. An einer Stelle entsendet der unpigmentierte Epithelüberzug des Pigmentepithels eine große Duplikatur in den Glaskörper, und zwar am hinteren Ende des Corpus cil. Diese läßt sich durch mehrere Serien hindurch verfolgen und ist zuletzt von gliös-retinalem Gewebe mit Andeutung einer Körnerschichtung untermengt, das teilweise dem Pigmentepithel aufliegt, obwohl die Retina erst weiter nach hinten zu beginnt. Das Pigmentepithel verläuft hier fast ganz glatt.

Die Chorioidea erscheint nur im Bereiche der Pigmentepithelfortsätze angedeutet, mit dem Aufhören des Pigmentepithels fehlt sie vollständig. — Von hier ab überzieht nur die Fortsetzung der Retina als dünnes, ganz atrophisches gliöses Häutchen die Sclera. Dabei enthält sie an manchen Stellen relativ große, quer oder mehr schräg getroffene, sehr dünnwandige Gefäße, während an anderen die nackte Sclera vorliegt. Spuren einer Körnerschicht sind nur ganz vorn vereinzelt zu sehen, ebenso eine schwache Rosettenbildung aus kubisch-zylindrischen Zellen.

Viel wichtiger ist nun das Verhalten der Sclera, überhaupt des Mesoderms und der unteren Hälfte des Opticuseintrittes im Gegensatz zur normalen oberen. Wie schon eingangs erwähnt, ist die Sclera besonders nach hinten zu stark ektatisch und etwas verdünnt, nur kurz vor dem Opticus zeigt sie eine Anschwellung, dann wird sie wieder dünner, dringt ein Stück in den Opticus ein und geht in die Lamina cribrosa der unteren Opticushälfte über, die sich im Gegensatz zur oberen stark verdichtet erweist. In späteren Schnitten kommt es zu einer zweiten starken Anschwellung der Sclera vor dem Opticuseintritt. Der Opticus selbst enthält ein Zentralgefäß, das aber in der unteren Hälfte gelegen und vom unteren Rand der Sclera viel weniger weit entfernt ist wie vom oberen (s. Taf. V, Fig. 6).

Der Raum zwischen Sclera und Zentralgefäß wird durch sehr dichtes Bindegewebe überbrückt. Die Nervenfasern fehlen in dem unteren Abschnitt des Opticus, hingegen sind sie im oberen sehr schön und regelmäßig entwickelt. Von der Gegend der oben erwähnten Anschwellung der Sclera zieht nun eine anfangs feine und verzweigte mesodermale Leiste frei durch den Glaskörper nach dem Opticuseintritt, wo sie beträchtlich derber wird. Sie ist auf keinem Schnitt ganz vollständig der Länge nach getroffen, sondern erscheint unterbrochen, teils quer, teils mehr schräg respektive längs geschnitten; ihren Verlauf kann man sich aber leicht rekonstruieren. Die Leiste ist größtenteils von gliösem Gewebe

umgeben, das auch einen Teil der von der Leiste und der ektatischen Sclera begrenzten Bucht ausfüllt. Besonders vor dem Opticuseintritt wird die Verbindung zwischen Leiste und Sclera durch ein Gewirr von mesodermalem und gliösem Gewebe hergestellt, wie es sich häufig in Kolobomaugen an dieser Stelle findet. Die aus dem am weitesten medial gelegenen Teil des Bulbus stammenden Schnitte zeigen die Bildung einer freien Leiste nur noch angedeutet, dagegen bleibt die Verdickung der Sclera vor dem Opticus (z. T. mit gliösen Einlagerungen) bestehen. Die Hauptgrundlage der Leiste bildet nun ein, nach vorn zu sich wahrscheinlich verzweigendes, mächtiges, arterielles Gefäß mit dicker Wandung (s. Taf. V, Fig. 6), das dem Verlauf der Leiste entsprechend in den verschiedensten Richtungen, meist drei- bis viermal in einem Schnitt getroffen ist, also offenbar ziemlich geschlängelt verläuft. Das Gefäß stellt die Fortsetzung der Zentralarterie dar, ist also demnach dem hyaloideen Gefäßsystem zuzurechnen. Bis zu der ersterwähnten Anschwellung der Sclera läßt es sich sicher in der Leiste verfolgen; von hier ab ist jedoch der weitere Verlauf nicht mehr mit Sicherheit zu ermitteln. Höchstwahrscheinlich stellen auch einige, im Gegensatz zur atrophischen Retina sehr weite, nach dem Corpus cil. zu gelegene, meist schräg getroffene Gefäßlumina eine Fortsetzung dar.

Zusammenfassung.

In dem kolobomatösen Auge eines Erwachsenen findet sich in der hinteren Kolobomhälfte eine mächtige, vom Sehnerveneintritt nach vorn verlaufende Mesodermleiste, die ein starkes Gefäß enthält und zum Teil frei im Glaskörper verläuft. Das Gefäß der Leiste steht mit der A. centralis retinae in Verbindung und ist deshalb dem hyaloideen Gefäßsystem zuzurechnen. Die Zentralgefäße verlaufen innerhalb des Sehnerven, stehen aber an der Stelle des Sehnerveneintritts durch derbes Bindegewebe mit der Sclera in direkter Verbindung. Es besteht also ein Kolobom des intraocularen Sehnervenendes.

Im vorderen Augenabschnitt beobachten wir eine in menschlichen Augen ganz ungewöhnlich reiche Entwicklung des uvealen Gerüstwerkes, der Kammerbucht, sowie eine das Kolobom überspannende Brücke, die ausschließlich aus mesodermalen Gewebsbestandteilen zusammengesetzt ist und eigentümlicherweise auch noch im Bereiche der Iris von dem übrigen Irisgewebe ziemlich deutlich abgegrenzt ist. Von Interesse ist noch, daß in dem anderen Auge bei der anatomischen Untersuchung keine kolobomatösen Veränderungen nachweisbar waren.

Fall III. Neugeborenes Kind.

Kolobom der Iris, Aderhaut und des intraocularen Sehnervenendes.

Wir verdanken dieses seltene Präparat der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor Dr. Robert Meyer in Berlin, von dem es Herrn Dr. Seefelder zur Verfügung gestellt worden war. Von dem übersandten Augenpaar erschien der rechte Bulbus makroskopisch durchaus normal, der linke dagegen kolobomatös. Beide Augen waren von gleicher Größe. Auch in bezug auf die Form waren im allgemeinen keine nennenswerten Unterschiede vorhanden; hingegen zeigte sich, daß die Hornhaut des kolobomatösen Auges, wie gewöhnlich, nach unten spitz zulief. Das makroskopische Verhalten des Koloboms ist ziemlich deutlich aus der Zeichnungsskizze zu ersehen, die wie im Falle I nach der Aufhellung des Bulbus in Zedernholzöl angefertigt wurde (s. Textfigur 3). Die weitgehende Übereinstimmung dieses Falles mit Fall I ist ganz augenfällig. Wir sehen ein nach unten sich verjüngendes Iriskolobom, das in ein Kolobom des Corpus cil. übergeht. In einer gewissen Ausdehnung erscheint dann der Ciliarkörper makroskopisch frei von Spaltbildung. Dann taucht ein ganz feiner Spalt auf, hinter dem die Augenspalte wieder auf eine kurze Strecke geschlossen zu sein scheint. Es folgt dann ein größerer ungefähr dreieckiger kolobomatöser Bezirk, der nach hinten durch eine Pigmentbrücke abgeschlossen wird, die zu beiden Seiten in Pigmentmassen übergeht. Nach hinten von der Pigmentbrücke beginnt dann ein großes Aderhautkolobom, das den Sehnerven umgreift. An der Pigmentbrücke und den mit ihr unmittelbar zusammenhängenden Pigmentmassen fällt auf, daß die Pigmentierung unregelmäßiger und schütterer angeordnet ist als im Bereich des übrigen Augenbechers. Dieser Kontrast ist besonders deutlich an der Grenze dieser beiden Zonen, die durch eine scharfe pigmentierte bogenförmige Linie deutlich gezogen ist. Schon mit unbewaffnetem Auge kann man sehen, daß die Processus cil. viel weiter als normal nach hinten entwickelt sind. Wie in Fall I ist die Pigmentierung im Umkreis der Iris wesentlich lichter als im übrigen Fundus. Dieser Unterschied in der Intensität der Pigmentierung ist, wie schon hier erwähnt sei, mikroskopisch bei weitem nicht so auffällig.

Der in Zenkerscher Flüssigkeit fixierte Bulbus war in Zelloidin eingebettet und lag uns bereits in Schnittserien zerlegt vor; der Bulbus war hinter der Pigmentbrücke im Bereich des Funduskoloboms geteilt worden. Der hintere Abschnitt mit dem Opticus war sagittal, der vordere frontal

geschnitten worden. Die Schnitte wurden mit Hämatoxylinkernfärbung und nach van Gieson gefärbt.

Wir wenden uns zunächst zur Beschreibung des Fundus- bzw. Aderhautkoloboms und des Opticus.

Hier fällt vor allem ein mächtiger Bindegewebszapfen in die Augen, der an der ventralen (unteren) Seite des Sehnerveneintritts stark gegen das Augeninnere vorspringt (s. Taf. VI, Fig. 7). Der Zapfen steht in inniger und breiter Verbindung mit der Sclera und der Duralscheide des Opticus. Er ist stumpf kegelförmig und aus derbem Bindegewebe zusammengesetzt. In seinem Inneren finden sich nur einige kleine Gefäßlumina; dagegen wird die Basis des Zapfens von mehreren kräftigen Arterien durchbohrt. Die Lage des Zapfens entspricht genau dem ocularen Ende der Opticusrinne. Auf Schnitten durch die seitlichen Zapfenpartien wird die Zapfenbasis allmählich schmäler, der Zapfen erscheint von der Sclera losgelöst und über den Opticuseintritt gerückt, wo er nur durch gliöses Gewebe mit der Unterlage verbunden ist. Er endet schließlich frei im Glaskörper und ist gefäßlos und im Umfang bedeutend verkleinert.

Der Opticus ist auf dem Längsschnitt beträchtlich dünner als in dem anderen Auge; von besonderem Interesse ist, daß im Sehnerven keine Zentralgefäße vorhanden sind. Vielmehr ist die im übrigen gut entwickelte Gefäßversorgung der Retina ausschließlich von den mächtigen Gefäßen übernommen worden, welche die Sclera an der Stelle der Zapfenbasis durchsetzen und sich hier sowohl in die Sehnervenpapille als in die Retina einsenken. Dort wo der Zapfen mit der Duralscheide und der Sclera verwachsen ist, dringt wesentlich mehr Bindegewebe als normal in den Sehnerven hinein, das mit der Sclera bzw. Duralscheide in Verbindung steht. Auch ist hier die ganze Struktur des Sehnerven, sowohl in seinem ektodermalen als mesodermalen Anteil stark verändert.

Unterhalb des Zapfens besteht eine sackförmige Ausstülpung der Retina in die Sclera, die sich nach unten zu fast bis an das orbitale Zellgewebe erstreckt. Die Retina zeigt im Fundus hochgradige Veränderungen. Wir treffen sie hier größtenteils in inverser Lagerung bei verhältnismäßig gut erhaltener Struktur. Es ist das jener Bereich der Retina, der in der nächsten Umgebung des Opticus und der Medianlinie, also der ehemaligen Kolobomspalte, gelegen ist. Weiter abseits davon zeigt die Retina normale Lagerung, ihre Struktur ist aber hier stärker verändert, sie ist zum Teil hochgradig gliös degeneriert, zum Teil zeigt sie eine vollständige Verwerfung ihrer Schichten mit stellenweise entwickelter oder angedeuteter rosettenförmiger Anordnung der Kerne. Auch in der vorhin

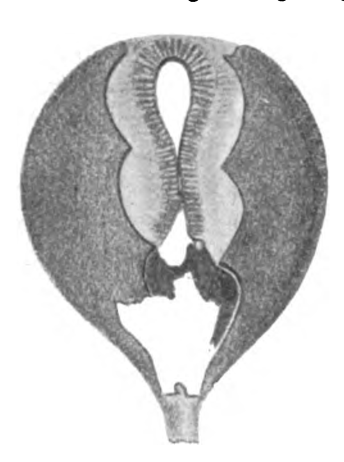
erwähnten Ausstülpung zeigt sich die Retina gliös degeneriert. Ein eigentlicher Defekt der Retina ist, abgesehen vom Sehnerveneintritt, nicht nachzuweisen. Von Pigmentepithel und Aderhaut ist im Kolobombereich nichts zu sehen, wie ja auch schon die makroskopische Betrachtung des Bulbus lehrte.

Auch in der unmittelbar an die Pigmentepithelbrücke angrenzenden Zone, die, wie der ganze vordere Bulbusabschnitt frontal, also senkrecht zur Kolobomspalte geschnitten ist, ist kein eigentlicher Defekt der Retina nachzuweisen; vielmehr ist die makroskopisch festgestellte helle Zone teils von unpigmentiertem Epithel, teils von Gliagewebe eingenommen. Immerhin sieht man hier noch recht deutlich die Umschlagsränder des ehemaligen Augenbechers, die aber nicht genau der Mitte der hellen Zone entsprechen, sondern etwas abseits liegen (s. Taf. VIII, Fig. 12). Hier erst schlägt sich die Retina nach außen um, um sich teils direkt in das Pigmentepithel, teils in ein unpigmentiertes kubisches Epithel fortzusetzen. Von den Rändern der Umschlagsstellen geht dann das oben genannte gliöse Gewebe aus und füllt ihren Abstand vollständig aus.

Das Pigmentepithel zeigt in großer Ausdehnung, entsprechend der schon makroskopisch festgestellten Unregelmäßigkeit des Aussehens, eine ganz abnorme Anordnung. Zunächst ist das Pigment fast durchgehends viel lichter und schütterer angeordnet als weiter abseits vom Kolobom. Die Epithelzellen sind höher und vielfach sehr unregelmäßig gelagert. So liegen sie stellenweise zu mehreren übereinander, oder sie bilden kleine Fältelungen, ja, sie dringen da und dort sogar in Richtung der Aderhaut vor, so daß stellenweise isolierte Epithelinseln in der Aderhaut liegen; endlich finden sich kurze Strecken kubischer, ganz unregelmäßig pigmentierter Epithelien inmitten des Pigmentepithels. Von besonderem Interesse ist endlich die Tatsache, daß das Pigmentepithel an einigen Stellen ganz unterbrochen ist, wobei die Lücken von Gefäßen und Bindegewebszellen ausgefüllt sind, die sich hier in den subretinalen Raum hineinerstrecken und hier auf lange Strecken zwischen Retina und Pigmentepithel zu verfolgen sind (s. Taf. VI, Fig. 8). Die Stäbchen und Zapfen fehlen an manchen dieser Stellen gänzlich, so daß das beschriebene gefäßhaltige Gewebe direkt an die Membrana limitans externa zu liegen kommt. Schon hier sei ausdrücklich hervorgehoben, daß diese Spaltbildungen durchaus auf das Pigmentepithel beschränkt sind und mit der Kolobomspalte nichts zu tun haben. Die Retina zieht nämlich lückenlos über diese Pigmentepithelspalten hinweg. Sie bildet in diesem Bereich keine stärkeren Duplikaturen; soweit Duplikaturen vorhanden sind, beschränken sie sich auf die äußere Körnerschicht.

Die Chorioidea fehlt an der Stelle des Pigmentepitheldefektes gänzlich und ist auch noch in der gesamten Zone, in der das Pigmentepithel das beschriebene unregelmäßige Verhalten zeigt, viel weniger stark entwickelt als dort, wo das Pigmentepithel sich normal verhält.

Im Bereich der Pigmentbrücke (s. Textfigur 4) erweisen sich auch mikroskopisch beide Blätter der Augenblase vollständig geschlossen; es ist also hier weder ein Defekt der Retina noch des Pigmentepithels nachzuweisen. Das Pigmentepithel zeigt jedoch an dieser Stelle ein noch unregelmäßigeres Verhalten, als wie hinter der Pigmentbrücke. Es bildet höhere, geradezu Processus ciliares-ähnliche Duplikaturen und zeigt durchaus eine unregelmäßige Pigmentierung. Eine eigentliche Retina ist an dieser Stelle nur anfänglich vorhanden; dann wird sie sehr bald durch ein hohes zylindrisches Epithel vom Aussehen der Pars cil. retinae ersetzt. Die Ausdehnung der Zone, in der die Spalte geschlossen ist, ist jedoch sehr gering; sehr bald tritt wieder eine Lückenbildung auf, die sich obendrein diesmal auf beide Blätter erstreckt. Die Lücke ist zunächst sehr schmal, erweitert sich jedoch bald zu einem breiten Spalt. Bemerkenswert ist, daß dort, wo die Spalte noch ganz schmal ist, ein großer Teil der angrenzenden Zone nur von Pigmentepithel und einem Processus ciliaris-ähnlichen Epithel der Retina eingenommen ist, wogegen die Retina erst in verhältnismäßig großer Entfernung von der Kolobomspalte ihre typische Struktur zeigt.


Fig. 4.

Besonders hervorzuheben ist, daß an der Stelle der Spaltbildung keine Mesodermleiste in das Innere des Bulbus hervorragt; vielmehr findet sich hier lediglich auf der Oberfläche der Sclera ein polsterähnliches, gegen den Glaskörper nur ganz leicht vorgewölbtes fibrilläres Gewebe von lamellärer, aber wesentlich lockererer Anordnung als die Sclera. Dieses Gewebe dürfte der Aderhaut, und zwar der Suprachorioidea zuzurechnen sein. Bemerkenswert erscheint jedoch, daß aus diesem Gewebe verschiedentlich zarte Gefäße in den Glaskörper eintreten (s. Taf. VII, Fig. 9). An den Kolobomrändern sind Retina und Pigmentepithel stark gefältelt, so daß die Falten sich geradezu fühlhornähnlich in den Glaskörper hineinerstrecken. Stellenweise sind auch aderhautwärts gerichtete Pigmentepithelfortsätze nachzuweisen. Weiterhin finden sich, wie bereits erwähnt,

in der Aderhaut isolierte abgeschnürte Pigmentzellen, nach Art der Klumpenzellen der Iris.

Wie schon bei der makroskopischen Betrachtung anzunehmen war, erreichte die Kolobomspalte in der Mitte der von der Pigmentbrücke festgestellten Spalte ihre größte Ausdehnung. Dann erfolgt wieder eine Verengerung nach dem Ciliarkörperspalt zu. In diesem ganzen Gebiet gehen von dem Ektoderm bereits Zonulafasern aus, die nach vorn zu immer zahlreicher werden (s. Taf. VII, Fig. 10). Die Fasern verlaufen zwischen den hier bereits sehr stark entwickelten Processus ciliares-ähnlichen Falten der beiden Blätter des Augenbechers. Im übrigen sei noch erwähnt, daß sich abseits vom Kolobom in einer großen Anzahl von aufeinander folgenden Schnitten eine ziemlich umschriebene Rundzelleninfiltration der Chorioidea findet. Sonstige Anzeichen einer Entzündung sind aber auch an dieser Stelle nicht nachzuweisen. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß es sich dabei um eine für das heutige Thema belanglose Veränderung handelt.

Unmittelbar nach vorn von dem dreieckigen Spalt wird die Spalte ungemein schmal, so daß sie bei einer weniger günstigen Schnittrichtung sehr leicht hätte dem Nachweis entgehen können. Es muß aber betont werden, daß ein vollständiger Verschluß an keiner Stelle mehr eingetreten ist. Nur weit vorn kommt ein scheinbarer Schluß der Spalte dadurch zustande, daß sich die aufgekrempelten und nach innen umgeschlagenen Epithelränder bis zur Berührung genähert haben (s. Taf. VIII, Fig. 11). Eine Vereinigung ist jedoch auch hier nicht erfolgt. An verschiedenen Stellen des Ciliarkörperspaltes ist zwischen den Rändern ein Gefäß nachweisbar, das hier in den Glaskörper eintritt (vgl. Taf. VII, Fig. 9 u. 10).

Das Verhalten des Ciliarmuskels läßt sich mit wenigen Worten schildern: er zieht kontinuierlich unter der Spalte hinweg. Auch die in den Schnitten sichtbare Linsenkapsel bietet keine Besonderheiten. Die Linsensubstanz ist beim Schneiden leider ausgefallen, dürfte aber jedenfalls kaum verändert gewesen sein. Auf einzelnen Schnitten dieser Serie sind die Ora serrata-Zacken der Retina getroffen.

Wir kommen jetzt zur Schilderung des Iriskoloboms. Der Übergang vom Ciliarkörperkolobom vollzieht sich ganz allmählich, die Spalte verbreitert sich immer mehr, bis schließlich das Gewebe des uvealen und scleralen Gerüstwerkes, sowie das Vorhandensein von kurzen Irisstümpfen mit Bestimmtheit lehren, daß wir uns nunmehr im Bereiche des Iriskoloboms befinden. Der Abstand der Spaltenränder wird in der Gegend der Iriswurzel von einem sehr zellreichen, mesodermalen Gewebe ausgefüllt, das arm an fibrillärer Zwischensubstanz ist, also rein embryonalen

Charakter zeigt. In diesem Gewebe liegen zahlreiche Gefäße, unter denen besonders eines durch seine Größe auffällt, das längs getroffen unter der Spalte hinwegzieht und jedenfalls dem Circulus arteriorus major iridis angehört. Die Ciliarfortsätze zeigen vielfach Verwachsungen untereinander, so daß oft bizarre Formen entstehen. Noch weiter nach vorn ist zwischen den Irisrändern kein Zwischengewebe mehr nachzuweisen.

Zusammenfassend sei nochmals hervorgehoben:

1. Das Vorhandensein einer mesodermalen, stark entwickelten und gefäßhaltigen Leiste am intraocularen Ende des Sehnerven;

2. die durchaus abnorme und unseres Wissens noch nicht beschriebene Gefäßversorgung der Retina und Sehnervenpapille, die an Stelle der fehlenden Zentralgefäße von mächtigen, die Sclera an der Zapfenbasis durchbohrenden Gefäßen übernommen wird;

3. der sekundäre Schluß der Kolobomspalte im Bereich der Pigmentbrücke, die schüttere Pigmentierung und die Duplikaturen- und Rosettenbildung der Retina am Rande des Koloboms;

4. die Lückenbildungen im Pigmentepithel abseits vom Kolobom, die von Gefäßen und Bindegewebe ausgefüllt werden. Unseres Wissens ist eine gleiche Beobachtung nur von Bergmeister beschrieben und als atypisches Kolobom gedeutet worden. Wie Seefelder indes in seinem soeben erschienenen kritischen Literaturbericht bemerkt, handelt es sich dabei wohl kaum um primäre Defektbildungen des Pigmentepithels, sondern um einfache Durchbrechungen des Pigmentepithels durch mesodermales Gewebe.

Das andere zu diesem kolobomatösen gehörige Auge, das makroskopisch durchaus normal erschien, wies bei der mikroskopischen Untersuchung sehr interessante, als kolobomatös zu betrachtende Veränderungen am Sehnerven auf, über die von Herrn Dr. Seefelder demnächst ausführlich berichtet werden wird.

Epikrise.

Bei der kritischen Betrachtung unserer Fälle können wir es uns versagen, auf die einschlägige Literatur näher einzugehen und uns darauf beschränken, auf den soeben erschienenen kritischen Literaturbericht Seefelders in den Ergebnissen von Lubarsch und Ostertag zu verweisen, in dem die Literatur der letzten Jahre eingehend gewürdigt ist. Wir gehen vielmehr sofort auf die Frage ein, inwieweit unsere Fälle Schlüsse auf die Genese der Kolobome zulassen.

Die Anhänger der mesodermalen Theorie sehen bekanntlich in der abnormen Persistenz des zwischen den Spalträumen vorhandenen Mesoderms die Ursache der Entstehung der Kolobome, während nach der ektodermalen Theorie in einer mangelnden Wachstumstendenz der Retina an den Spalträndern das ursächliche Moment zu erblicken ist. Zwischen beiden Anschauungen versucht Pagenstecher zu vermitteln, indem er sowohl der Persistenz des Mesoderms als der mangelhaften Wachstumsenergie der Becherränder eine gewisse Bedeutung zuzumessen scheint.

Es bleibt uns nun noch die Aufgabe, zu untersuchen, welche der drei Theorien wir am besten mit unseren Befunden in Einklang bringen können.

Allen unseren Fällen gemeinsam ist das Vorhandensein einer gefäßführenden Mesodermleiste, die besonders mächtig in Fall I und II entwickelt ist, während sie sich im Fall III auf den Sehnerveneintritt und die angrenzende Funduspartie beschränkt. Man gewinnt unmittelbar den Eindruck, daß diese Leiste ein mächtiges Hindernis für den Schluß der Augenspalte bildet, zumal wenn man sich der enormen Retina-Duplikaturen und Rosetten zu beiden Seiten der Leiste erinnert. Andere Beweise für das atypische Wachstum des Mesoderms sind: Die Persistenz des Gefäßsystems der A. hyaloidea und der Tunica vasculosa lentis, die abnorme Gefäßversorgung der Retina in Fall III, ferner das auf Persistenz der Pupillarmembran zurückzuführende Brückenkolobom und die außergewöhnlich starke Ausbildung des uvealen Gerüstwerkes der Kammerbucht in Fall II.

Für die Annahme einer verminderten Wachstumstendenz der Ränder der sekundären Augenblase bieten unsere Befunde keinen Anhaltspunkt.

Vielmehr sprechen die hochgradigen Wucherungen der Retina und des Pigmentepithels zu beiden Seiten der Mesodermleiste eher für eine starke Tendenz der Augenbecherränder, das Hindernis zu überbrücken. In Fall III ist es denn auch zu einer nachträglichen Vereinigung der Spalte gekommen, ein Befund wie ihn auch Meisner neuerdings erhoben hat. Gegen eine mangelhafte Wachstumspotenz des Ektoderms spricht ferner, daß die Retina außerhalb des Kolobombereiches durchaus normal entwickelt ist, was sich besonders deutlich in Fall I durch Ausbildung einer ganz normalen Fovea centralis kundgibt.

Wir verweisen ferner besonders auf das in unseren Augen mit größter Deutlichkeit zutage tretende abnorme Verhalten des hyaloideen Gefäßsystems, das, wie Seefelder erst vor kurzem in seiner Arbeit über den Verschluß der fötalen Augenspalte auseinandergesetzt hat, in erster Linie

imstande sein dürfte, beim Schließungsvorgange der Augenspalte hochgradige Störungen hervorzurufen. Wie Lindahl und Seefelder dargelegt haben, befindet sich die hintere Austrittsstelle der A. hyaloidea zunächst an der Grenze des Augenbechers und Augenblasenstiels und gelangt erst später ausschließlich in den Bereich des Augenblasenstiels. Die Arterie ist zu jener Zeit ein mächtiges Gefäß, das einen verhältnismäßig großen Abschnitt der Becherspalte einnimmt und diese sehr stark zum Klaffen bringt. Es erscheint in hohem Grade plausibel, daß schon geringe Störungen in den hier unvermeidlichen Wachstumsverschiebungen den regulären Schluß der Augenspalte vereiteln können und daß sich der Einfluß einer solchen Störung in Anbetracht der mächtigen Entwicklung der Arterie auf einen großen Abschnitt der Augenspalte geltend macht.

So sprechen also unsere Untersuchungen für die von Seefelder schon vor mehreren Jahren vertretene Ansicht, daß dem abnormen Verhalten der Gefäße bei der Entstehung der Kolobome des Auges eine wichtige, wenn nicht die Hauptrolle beizumessen sei, während andererseits ein solches Verhalten mit der bloßen Annahme einer raumausfüllenden Aufgabe des Mesoderms (von Szily) keineswegs in befriedigender Weise zu erklären wäre.

Am Schlusse dieser Arbeit ist es uns angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Sattler für das wohlwollende Interesse sowie Herrn Prof. Stabsarzt Dr. Seefelder für die liebenswürdige und anregende Unterstützung bei dieser Arbeit unseren Dank auszusprechen.

Erklärung der Abkürzungen auf Tafel III bis VIII.

m. = Mesodermstrang im Kolobomgebiet.
g.m. = glatte Muskulatur von dem Aussehen des muskulus sphinkter.
l. = Linsenkapsel.
u. = uveales Gerüstwerk der Kammerbucht.
a. h. = Arteria hyaloidea persistens.
a. c. = Arteria centralis retinae.
gl. = Gliagewebe im Kolobomgebiet.
g. = Blutgefäß.
p. l. = Pigmentepithellücke, durch die ein Gefäß und Mesodermzellen in den subretinalen Raum eindringen.
k. z. = Kolobom des Ciliarkörpers.
b. = Die Augenbecherränder, dazwischen das von Glia, Gefäßen und Pigmentepithel eingenommene Kolobomgebiet.

Lichtsinnuntersuchungen bei Tieren.

Von

Privatdozent Dr. **G. Freytag** in München.

II [1].

Insekten. Tenebrio molitor (Mehlkäfer) [2].

Mit vier Abbildungen im Text.

Der Mehlkäfer (Tenebrio molitor) und ebenso seine Larve, die allgemein unter der Bezeichnung „Mehlwurm" bekannt ist, zeichnen sich durch ihre große Lichtscheu aus. Öffnet man ein mit Kleie oder Mehl gefülltes Gefäß, in dem sich Mehlwürmer befinden, so sieht man sehr häufig kein einziges von den Tieren, sondern kann nur aus der Bewegung der Oberfläche oder einem Rascheln auf ihre Anwesenheit schließen. Diese Eigenschaft, fast unter allen Umständen, auch nach längerer Belichtung, das Dunkle aufzusuchen, sich zu verkriechen, ließ mir die Tiere zu Lichtsinnuntersuchungen ganz besonders geeignet erscheinen. Ich stellte mir zu diesem Zwecke eine ganz einfache Vorrichtung her, die ich in größerem Maßstab zu Untersuchungen an anderen Tieren benutzt habe.

Ein kleines, rechteckiges Glasgefäß von 11 cm Länge, 5 cm Breite und 4,5 cm Höhe wurde außen mit schwarzem Papier und inwendig am Boden mit rauhem weißen Papier beklebt. Ferner wurde der Behälter der Quere nach in zwei annähernd quadratische Abteilungen geteilt, und zwar durch eine schwarze Papierwand, welche oben bis an den Rand des Gefäßes reichte, über dem Boden jedoch ein ca. 1 cm hohes Stück freiließ, so daß die beiden Abteilungen miteinander in bequemer Verbindung waren. Der obere Rand der Scheidewand wurde ca. 3 mm nach der Seite wagerecht umgebogen, so daß eine kleine Leiste entstand. Brachte ich nun eine größere Anzahl von Mehlwürmern in den Behälter, so konnten die Tiere zwar auf dem Boden des ganzen Gefäßes nach Belieben herumkriechen, waren aber nicht imstande, sich an den glatten

[1]) I: Archiv f. vergl. Ophthalm., Bd. IV, 1914, p. 68.

[2]) Teilw. nach einem Vortrage in der Münchener ophthalmologischen Gesellschaft, Dezember 1913.



Glaswänden emporzuarbeiten. Es wurde nun der oben offene Behälter in ungefähr 0,50 m Abstand unter eine kräftige Beleuchtungsvorrichtung gestellt, die ich mir schon für Untersuchungen in größerem Maßstabe eingerichtet hatte. Die Vorrichtung (Fig. 1) bestand aus zwei wagrecht nebeneinander angebrachten Wotan-Metalldrahtlampen von je 200 Kerzen-Stärke, die von oben und von den Seiten durch einen innen weiß ausgekleideten Pappkasten mit schrägen Wänden, der als Reflektor diente, verkleidet waren. Die untere Öffnung des Kastens war durch ein mit Paraffinum liquidum durchscheinend gemachtes blaßblaues Seidenpapier verdeckt. So wurde die unter den Lampen befindliche Fläche ungemein

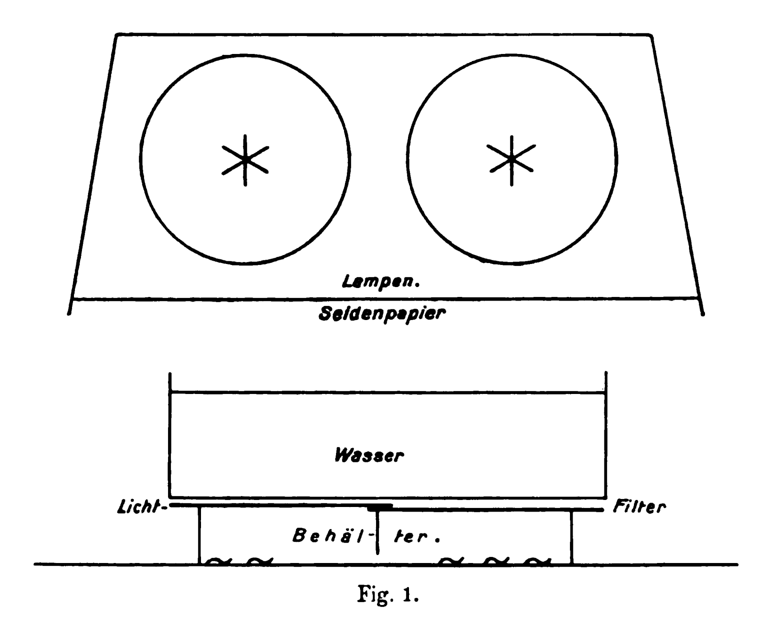


Fig. 1.

stark von einem fast weißen Lichte beleuchtet, während das übrige Zimmer im Dunkeln blieb. Es wurden nun die beiden Abteilungen des Behälters nacheinander mit schwarzem oder mit verschieden gefärbtem Papier bedeckt, so daß sie innen ziemlich scharf gesondert in verschieden hellem bzw. verschiedenfarbigem Lichte erstrahlten. Als Farbfilter benutzte ich mit Paraffinum liquidum getränkte Seidenpapiere, welche je nach Bedürfnis einfach, doppelt oder auch mehrfach übereinander gelegt wurden und so gestatteten, dieselbe Lichtqualität quantitativ abzustufen. Die Papiere wurden so auf den Behälter gelegt, daß sie in der Gegend der Scheidewand einige Millimeter übereinander lagen, welcher Bezirk durch die erwähnte obere Horizontalleiste von unten verdeckt wurde, so

daß jede Abteilung tatsächlich nur einfarbiges Licht empfing. Da die Lichtquellen nicht unerhebliche Wärme ausstrahlten, die sich in unangenehmer Weise dem Innern des Glasbehälters mitteilte, so daß im Beginn der Versuche einige Male Mehlwürmer abstarben, so wurde auf den Behälter bzw. die Farbpapiere eine etwas größere, oben offene, mit Wasser gefüllte Glasschale aufgesetzt, die als Wärmefilter diente und zugleich die durch die Paraffinierung sowieso schmiegsamen Seidenpapiere lichtdicht an den geschliffenen oberen Rand des Versuchsbehälters anpreßte.

Es wurde nun, während die Mehlwürmer ziemlich gleichmäßig auf dem Boden verteilt waren, zunächst die eine Hälfte des Behälters mit undurchsichtigem schwarzen Photographenpapier bedeckt, die andere Hälfte freigelassen, und das Ganze in der oben geschilderten Weise einige Minuten stehen gelassen. Nach Ablauf der Zeit wurde die Wasserschale abgehoben und das Innere des Versuchsbehälters besichtigt: Sämtliche Mehlwürmer waren in der vorher dunklen Hälfte versammelt. Nun wurde die andere Hälfte bedeckt und wieder stehen gelassen. Nach annähernd der gleichen Zeit waren sämtliche Tiere wieder in der dunklen Abteilung.

Nun wurde wieder vertauscht, aber statt des schwarzen Papieres ein blaues gewählt. Nach einiger Zeit waren alle Tiere im Blau. Es erwies sich häufig als zweckmäßig, die einzelnen Versuche ein wenig länger, bis zu $^1/_4$ Stunde, auszudehnen, um so länger, je geringer die Helligkeitsunterschiede zwischen den beiden Abteilungen waren, denn die Mehlwürmer bemerken, sofern sie mit dem Kopf der andern Abteilung abgewandt sind, häufig erst nach einiger Zeit, daß noch ein anderer abweichend belichteter Raum vorhanden ist. Nun wurde die bedeckte Seite wieder gewechselt, mit dem Ergebnis, daß nach kurzem wieder alle oder annähernd alle Tiere im Blau waren. Ebenso wurde mit Rot verfahren, desgleichen mit Grün, Gelb und Violett; jedesmal flohen die Tiere aus der nicht überdeckten Abteilung. Bei keiner der Farben war eine bestimmte Vorliebe oder Abneigung in dem Sinne festzustellen, daß vielleicht wesentlich weniger Tiere als bei einer andern Farbe nach der betreffenden Seite gegangen wären. Fast immer waren sämtliche Tiere in der farbigen Abteilung.

Nachdem hiermit festgestellt war, daß die Mehlwürmer unter allen Umständen die dunklere Hälfte des Behälters aufsuchten, gleichgültig, welche Farbe diese hatte, und daß somit keine dieser Farben in Verbindung mit Weiß „negativierend“ wirkte, wurde zu Versuchen mit Farbenkombinationen übergegangen. Bei diesen wurde jedesmal im durch-

fallenden Lichte nach Möglichkeit die gegenseitige Helligkeit der Papiere festgestellt. Dann begab ich mich mit den Papieren in das Dunkelzimmer, das sich im rechten Winkel an das dem Laboratorium benachbarte, unbelichtete Zimmer anschloß. Ließ ich nun die Tür des Laboratoriums einen Spalt breit offen und stellte mich im Dunkelzimmer mit dem Gesicht nach dessen gleichfalls offener Tür, so konnte ich, wenn ich die beiden Papiere nebeneinander vor mich hin gegen den Türrahmen hielt, nachdem ich einige Minuten die Augen geschlossen hatte, sehr genau feststellen, welches von beiden Papieren das hellere war, ohne daß sich seine Farbe bestimmen ließ.

Zunächst wurde nun die eine Abteilung des Versuchsbehälters mit Blau, die andere mit Rot, das im Hellen heller, im Dunkeln dunkler als das Blau war, bedeckt. Nach der üblichen Wartezeit waren sämtliche Tiere im Rot. Vertauschen der Papiere bewirkte, daß sämtliche Tiere aus dem Blau in das Rot wanderten. Nun wurde die eine Hälfte mit Dunkelgelb, die andere Hälfte mit Gelbgrün, das im Hellen gleich hell, im Dunkeln heller als das Gelb war, bedeckt. Die Tiere gingen in das Gelb, beim Vertauschen der Papiere wanderten sie aus dem nunmehr grünen Teil wieder in den gelben. In ähnlicher Weise wurde mit anderen Farbenkombinationen verfahren, wobei sich jedesmal zeigte, daß die Tiere nach derjenigen Hälfte des Behälters gingen, welche von dem für das dunkeladaptierte menschliche Auge bei schwacher Belichtung dunkleren Papier überdeckt wurde.

Außerordentlich schön ließ sich auf diese Weise feststellen, daß nicht die Qualität einer Farbe an sich für das Verhalten der Tiere bestimmend war, sondern lediglich der Umstand, ob ihr Helligkeitswert geringer oder größer als der der gleichzeitig mit ihr verwendeten war. Wurde z. B. die eine Hälfte des Behälters mit einem grünen und die andere mit einem blauen Papier bedeckt, und zeigte es sich, daß die Tiere in das Blau gingen, so konnte man dadurch, daß man auf das eine grüne Papier ein zweites ebensolches legte, sogleich erreichen, daß die Mehlwürmer nunmehr in das Grün gingen. Bei der Verwendung von Blau und Rot fiel es jedesmal auf, daß, obwohl das Rot für mein helladaptiertes Auge gegen das Licht gehalten nicht unwesentlich heller als das Blau erschien, die Tiere auch dann noch in das Rot gingen, wenn zwei, ja unter Umständen auch drei blaue Papiere übereinander gelegt wurden, während das rote Papier in einfacher Lage verwendet wurde. Erst von drei- oder vierfach verwendetem Blau an gingen die Tiere regelmäßig in das Blau. Es ließen sich auf diese Weise ganz leidliche Helligkeitsgleichungen für die Tiere herstellen, d. h. eine solche Abstufung der

Helligkeitswerte der beiden verschiedenfarbigen Seiten des Behälters, daß die Tiere sich annähernd gleichmäßig auf dem Boden verteilten. Es zeigte sich hierbei zur Evidenz, wie gering der Helligkeitswert des Rot für Tenebrio ist. Ein doppelt übereinander gelegtes rotes Papier in Verbindung mit einem undurchsichtigen schwarzen Papier rief eine nur unbedeutende Ansammlung der Tiere im Schwarz hervor, so daß also noch zahlreiche Tiere im Rot zurückblieben.

Einen gewissermaßen zahlenmäßigen Ausdruck für die relative Helligkeit der farbigen Papierlichter gewann ich durch Verwendung von weißem, gleichfalls paraffiniertem Seidenpapier in Verbindung mit den farbigen Papieren. Es ließ sich dabei leicht feststellen, daß, wenn z. B. eine zwei- bis dreifache Lage weißen Papiers erforderlich war, um in Verbindung mit einem gleichzeitig verwendeten mittleren Blau eine annähernd gleichmäßige Verteilung der Tiere hervorzurufen, mindestens 7—8 weiße Papierlagen nötig waren, um dasselbe Ergebnis in Verbindung mit mittlerem Rot, das mir im Hellen deutlich heller als das Blau erschien, zu erhalten. Ich möchte aber genaueres über solche messende Untersuchungen erst dann mitteilen, wenn es mir gelungen sein wird, die dem Verfahren noch anhaftenden Ungenauigkeiten hinreichend zu verringern.

Aus den vorstehenden Untersuchungen geht mit Sicherheit hervor, daß die Mehlwürmer sich unter allen Umständen so verhalten, wie es der Fall sein muß, wenn sie die Sehqualitäten eines total farbenblinden Menschen besitzen. Bei dem Bestreben der Tiere, stets den für sie dunkleren Teil des Behälters aufzusuchen, zeigt sich zur Evidenz, daß ihnen als dunkler stets dasjenige erscheint, was auch dem dunkeladaptierten farbentüchtigen Menschenauge bei schwacher Belichtung und dem total Farbenblinden bei jeder Belichtung als dunkler erscheint.

Ich erweiterte die Versuche noch mit Zuhilfenahme des Spektrums. Ein solches erhielt ich mittels einer 500 kerzigen Zeißschen Projektionsbogenlampe mit Kollektor, Spaltvorrichtung, Linse und Schwefelkohlenstoffprisma im Dunkelzimmer. Die Tiere befanden sich dabei in einem oben offenen Behälter, der bei sonst gleichen Dimensionen wesentlich länger war als der vorher verwendete (20 cm lang, 5 cm breit, 4,5 cm hoch).

Auch er war von außen mit schwarzem, matten Papier beklebt, während innen lediglich der Boden mit nicht zu glattem, mattschwarzen Papier belegt war, um ein Emporkriechen der Tiere an den Wänden hintanzuhalten. Dieser Kasten wurde im rechten Winkel zu den durch das Prisma abgelenkten Lichtstrahlen in ca. 1 m Entfernung von dem Prisma horizontal aufgestellt, so daß die Länge des sichtbaren Spektrums sich



ungefähr mit der des Behälters deckte. Der Behälter befand sich dabei (Fig. 2) auf einem Tischchen in solcher Höhe, daß das von dem Apparat entworfene Spektrum etwas höher gelegen war, so daß es mittels eines im Winkel von 45° geneigten, dicht oberhalb des Behälters und parallel mit der Längsrichtung des letzteren angebrachten länglichen Spiegels von genügender Breite senkrecht von oben in den Behälter hineingeworfen wurde. Hierbei wurde darauf geachtet, daß nicht etwa eine der Seitenwände des Behälters bzw. irgendein Teil der von ihnen und dem Boden gebildeten Winkel im Schatten lag.

Ich brachte nun eine größere Anzahl von Mehlwürmern in den Behälter, setzte diesen an seine Stelle und verdeckte ihn für einige Zeit zwecks besserer Dunkeladaptation der Tiere. Dann wurde die Lampe entzündet und der Deckel entfernt. Man konnte nun entweder von oben an dem Spiegel vorbei oder noch besser von vorne, neben dem Prisma

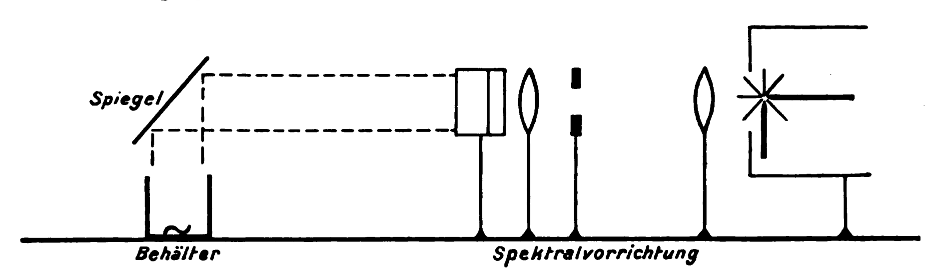


Fig. 2.

sitzend, im Spiegel genau die Bewegung der Tiere verfolgen. Sogleich nach Wegnahme des Deckels trat unter den ziemlich gleichmäßig auf dem Boden verteilten Tieren eine Bewegung in der Weise ein, daß sie nach den beiden Seiten des Behälters zu wanderten. Bereits nach einer halben Minute ließ sich feststellen, daß es vornehmlich die Gegend des helleren Grün war, welche von den Tieren geflohen wurde. Die Abbildung 3 gibt ein ziemlich anschauliches Bild von den Verhältnissen. Das Zentrum der Hauptfarben des Spektrums ist dabei durch die Markierung am Rand des Behälters gekennzeichnet. Man sieht bei dieser Abbildung, die ca. eine Minute nach Beginn des Versuches aufgenommen ist, daß sich im Grün gar keine, im Blau und Gelb wenige, im Violett und namentlich im Rot sehr viele Tiere befinden.

Schob ich auf der Seite des einfallenden Lichtes einen undurchsichtigen Kartonstreifen nacheinander vor die einzelnen Farben des Spektrums, so konnte ich die Tiere fast sämtlich in den durch den Streifen verdunkelten Bezirk locken, ausgenommen die Mehrzahl derjenigen Tiere, die sich im





Fig. 3a.



Fig. 3b.

Die obigen Photographien gewann ich in folgender Weise: Ich stellte den Apparat (mit Vorrichtung zur Aufnahme in fast natürlicher Größe) in ca. 30 cm Abstand von dem geneigten Spiegel, in der Höhe der einfallenden Lichtstrahlen, ein wenig seitlich von diesen, so auf, daß das Spiegelbild des Behälters mit den Tieren sich auf der Mattscheibe bzw. Platte des Apparates scharf abbildete. Die Blitzlichtvorrichtung wurde etwas weiter rückwärts, dicht neben dem Prisma der Spektralvorrichtung in dem Augenblicke entzündet, in dem die vorher gleichmäßig verteilten Tiere unter dem Einfluß des Spektrums die Zone des Hellgrün verließen. Der Papierstreifen mit den möglichst genau eingezeichneten Farbengrenzen lag dabei, durch Reißnägel befestigt, dicht neben der Längsseite des Behälters. Wegen der mit Aufnahme in natürlicher Größe verbundenen Bildaufrichtung im Negativ wurden selbstredend die Farbenbezeichnungen in Spiegelschrift geschrieben.

Rot befanden. Es blieb selbst dann ein Teil der Tiere im Rot, wenn der Kartonstreifen dicht an dasselbe herangeschoben, d. h. über das Gelbrot gedeckt wurde.

Verschob ich den vom Spektrum erleuchteten Behälter in seiner Längsrichtung so, daß die eine Ecke des Behälters nicht mehr von dem Rot, sondern vom Ultrarot eingenommen wurde, so breiteten die vorher in der Ecke des Behälters zu einem Knäuel versammelten Tiere sich nach der Richtung des Rot und des Gelbrot aus, das ihnen demnach nicht wesentlich heller als das Ultrarot erschien. Verschob ich den Behälter nach der anderen Seite, so daß nunmehr das Gelb an die Stelle des Rot fiel, so verließ zwar ein Teil der Tiere infolge des Helligkeitszuwachses das Gelb und wanderte nach der blauen Seite zu, ein Teil aber blieb zurück, da er offenbar das Passieren der gelbgrünen und grünen Zone scheute. Die vorher im Blau vorhandenen Tiere breiteten sich nun nach dem Ultraviolett hin aus.

Bei sukzessivem Verschieben in beiden Richtungen war jedesmal festzustellen, daß bei vorher gleichmäßiger Verteilung der Tiere von derjenigen Stelle, an der sich jeweils das Hellgrün befand, eine Abwanderung nach beiden Seiten zu eintrat. Die Versuche am Spektrum sind bei dunkelliebenden Tieren nicht in allen Richtungen so eklatant wie bei Tieren, die nach dem Hellen gehen, da sich die gemiedenen hellen Zonen in der Mitte des Spektrums befinden, so daß sich nach beiden Seiten davon dunklere Zonen befinden, von denen das Tier dann häufig diejenige wählt, die ihm gerade am nächsten liegt. Es finden sich deshalb oft ebenso viele Tiere im Blau und Violett wie im Rot, zumal die blau-violette Zone doch auch wesentlich breiter ist als die rote. Man kann indessen den geringeren Helligkeitswert, den das Rot für die Tiere hat, leicht mit Zuhilfenahme des obenerwähnten Kartonstreifens demonstrieren. Nimmt man einen wesentlich breiteren Kartonstreifen, welcher, vor den Behälter gebracht, die Stelle vom Gelbrot bis Blauviolett überdeckt und nur das Rot und das Violett freiläßt, so beobachtet man bei vorher gleichmäßiger Verteilung der Tiere, daß letztere sich in der verdunkelten Zone versammeln, hierbei jedoch nur das Violett fast restlos verlassen, während im Rot eine größere Anzahl von Tieren zurückbleibt.

Auch diese Versuche mit spektralen Lichtern beweisen somit, daß das Spektrum den Tieren in der gleichen Weise erscheint, wie dem farbentüchtigen Auge nach Dunkeladaptation und herabgesetzter Beleuchtung oder wie dem total Farbenblinden bei jeder Lichtstärke.

In außerordentlich anschaulicher Weise konnte ich die Abwesenheit eines Farbensinnes bei Tenebrio noch mit folgender, fast ebenso bereits

von Heß bei Apis, Daphnia, Serpula angewandten Methode bestimmen, nur daß ich statt des Tageslichtes künstliches Licht verwandte, da ich mit ersterem, wohl infolge der hierbei vorhandenen Nebenbelichtung, bei Tenebrio weniger sinnfällige Resultate bekam.

Ich brachte einen 11 cm langen, 5 cm breiten und 4,5 cm hohen Glasbehälter, dessen Boden mit weißem rauhen Papier und dessen eine Seitenwand außen mit schwarzem Papier beklebt war, mit den Mehlwürmern im Dunkelzimmer in der Weise in den Lichtkegel einer 500kerzigen Zeißschen Projektionsbogenlampe, daß die überklebte Längswand der Lichtquelle zugewendet und im rechten Winkel zur Richtung des einfallenden Lichtstrahls gestellt war. Der Behälter befand sich hierbei (Fig. 4) in ca. 60 cm Abstand von der Lichtquelle, deren Linse entfernt war, auf einem auf der optischen Bank verschieblichen horizontalen Schlitten. Die Mehlwürmer wurden somit nicht direkt von den Lichtstrahlen getroffen.

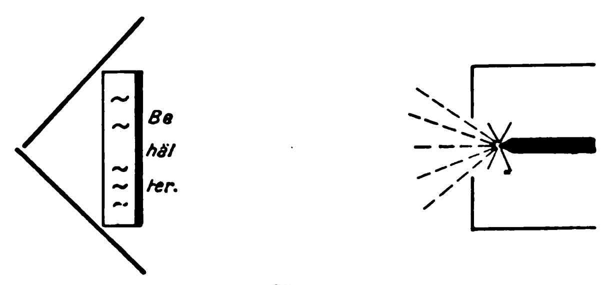


Fig. 4.

Sie versammelten sich hauptsächlich auf der verdeckten, der Lampe zugewandten Seite des Behälters.

Nun nahm ich zwei rechteckige Kartons von ca. 20 zu 30 cm Größe und brachte diese, wie aus der Abbildung ersichtlich, senkrecht so hinter den Behälter, daß sie, in der Mittellinie zusammenstoßend, miteinander einen Winkel von ca. 90° und mit dem einfallenden Lichte je einen solchen von ca. 45° bildeten. Der eine Karton war mit mattweißem, der andere mit mattschwarzem Papier bespannt. Sogleich fand eine Wanderung der Mehlwürmer nach der schwarzen Seite statt, so daß nach 1—2 Minuten sämtliche Tiere an der entsprechenden Schmalseite des Behälters versammelt waren. Bei Vertauschen der Kartons trat sofort die entgegengesetzte Bewegung der Tiere ein. Nahm ich statt der schwarzen eine rote, gelbe, grüne oder blaue Fläche, so gingen die Tiere immer nach der dieser Fläche jeweils entsprechenden Seite. Nahm ich zu gleicher Zeit eine kräftig blaue und kräftig rote Fläche, von denen mir die letzte nicht unwesentlich heller erschien als die blaue, so wan-

derten alle Tiere nach der roten Seite, auch wenn sie vorher alle auf der entgegengesetzten Seite des Behälters gewesen waren. Dasselbe Phänomen trat auch dann noch ein, wenn ich statt des mittleren Rot ein ziemlich helles Orange verwandte. Erst wenn ich neben dem Blau ein kräftiges Gelb nahm, hörte der Zug nach dieser Seite auf. Nahm ich nun statt des Blau ein helles Grün, so ging wieder die überwiegende Mehrzahl der Tiere nach dem Gelb, ebenso wenn ich die Flächen vertauschte.

Waren die Tiere ziemlich gleichmäßig im Behälter verteilt und nahm ich neben einer kräftig blauen nacheinander graue Flächen von verschiedener Helligkeit, so konnte ich leicht ein mittleres Grau finden, bei dessen Verwendung die Tiere ziemlich gleichmäßig verteilt blieben, während sie bei Verwendung der nächsthelleren Fläche nach dem Blau und bei Verwendung der nächstdunkleren nach dem Grau gingen. Brachte ich nun neben dieses mittlere Grau eine leuchtend rote Fläche, so gingen die Tiere sofort nach der roten Seite. Dasselbe wiederholte sich, wenn ich nacheinander graue Flächen von zunehmender Schwärzlichkeit neben dem Rot verwandte. Erst bei einem dunkeln Grauschwarz blieb die Verteilung der Tiere annähernd gleichmäßig. Ersetzte ich nun das Grauschwarz durch reines Schwarz. so fingen die Tiere an, nach der schwarzen Seite zu wandern. Doch konnte ich auf diese Weise nicht erreichen, daß die rote Seite des Behälters von sämtlichen Tieren verlassen wurde. Durch diese letzten Versuche von grauen Flächen in Verbindung mit Blau und Rot wird der geringe Helligkeitswert, den das Rot für die Tiere hat, besonders eindringlich erwiesen, und bei noch etwas präziserer Anordnung der Versuche dürfte nicht allzuschwer auch ein zahlenmäßiger Ausdruck für diese Verhältnisse zu finden sein.

Ich muß noch erwähnen, daß bei allen drei Versuchsanordnungen nach einigen Beobachtungen jeweils für kurze Zeit der Behälter verdeckt oder die Lampe gelöscht wurde, um eine Dunkeladaptation der Tiere zu erreichen, die hernach stets weit besser „arbeiteten“ als wenn sie längere Zeit unter Belichtung standen.

Alle obigen Versuche wurden vornehmlich mit der Larve von Tenebrio ausgeführt, da mir diese stets reichlich zur Verfügung stand. Ich habe jedoch die hauptsächlichsten Versuche in beschränkterem Umfang auch mit der Imago, dem Käfer selbst, ausgeführt und dabei dasselbe Verhalten gefunden.

Meine sämtlichen an Tenebrio angestellten Versuche beweisen somit übereinstimmend und schlagend, daß von einem Farbensinn dieses Insekts keine Rede sein kann, daß es vielmehr in seinen Sehqualitäten

mit denen eines total farbenblinden Menschen übereinstimmt. Die Versuche zeigen ferner auf das schönste den außerordentlichen heuristischen Wert der von C. Heß in den letzten Jahren in so staunenswerter Weise entwickelten Methoden, mit denen es diesem ausgezeichneten Forscher gelungen ist, uns einen Blick in das Sinnesleben der Organismen zu eröffnen, wie ihn bis dahin auch weitgehendes Vertrauen in die Fortschritte unserer Kenntnisse vom Leben um uns sich zu hoffen gescheut hatte.

Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges.

Dritter Beitrag.[1])

Von

Dr. G. Ischreyt.

Mit sieben Abbildungen im Text.

Nachdem ich bereits früher in diesem Archive die ersten Beiträge zu dem Thema gebracht und darin Beschreibungen der Augen von elf Entenarten mitgeteilt hatte, gelangte ich neuerdings durch Herrn Konservator Stoll aus Riga in den Besitz von gut konservierten Augen der Oidemia fusca und Somateria mollissima. Ich bin dem Spender um so dankbarer, als er mich hierdurch in den Stand gesetzt hat meine Erfahrungen über das Auge der Tauchenten wesentlich zu vervollständigen und die ganze Untersuchung zu einem Abschluß zu bringen.

Die von mir untersuchten dreizehn Arten umfassen die meisten und wichtigsten der hier einheimischen Formen und die noch fehlenden dürften kaum Neues bringen.

Der vorliegende Beitrag soll außer einer Beschreibung der beiden genannten Arten eine zusammenfassende Übersicht über die ganze Gruppe bringen, und hieran mögen sich dann noch Betrachtungen allgemeiner Natur anschließen. Wiederholungen sollen nach Möglichkeit vermieden werden.

Oidemia fusca *L.*, Samtente.

Untersucht wurden drei Augen, zwei an horizontalen Meridionalschnitten, eines an Frontalschnitten.

Die Maße des Auges betragen

temporal-nasal	16,5 mm,
sagittal	13,1 mm,
horizont. Corneadurchmesser . .	8,0 mm.

Das Verhältnis des Corneaabstandes vom hinteren Pol zu der horizontalen Querachse beträgt 1,5; man sieht hieraus, daß das Auge seiner äußeren Form nach zum Clangulatypus gehört.

---

[1]) Vergl. dieses Archiv Bd. III, p. 39—76 u. 369—394, 1913.



Sclera.

Ihre Dickenmaße sind (Durchschnitt von zwei Augen)

am vorderen Rande		0,29 mm,
vor dem Knochenring		0,38 mm,
am hinteren Rande des Knochenringes		0,32 mm,
am Retinarande		0,19 mm,
im Fundus oculi		0,39 mm.
Die größte Dicke des Knochenringes ist	temporal	0,25 mm,
	nasal	0,19 mm,
seine Breite beträgt	temporal	2,75 mm,
	nasal	2,38 mm.

Die Knorpelschale ist vorn 0,16 mm, im Fundus oculi 0,19 mm dick.

Das Verbindungsstück (gerechnet vom Cornearande bis zum Ursprung der fibrösen Corneaplatte resp. dem vorderen Ende des Ciliarmuskels) beträgt 0,85

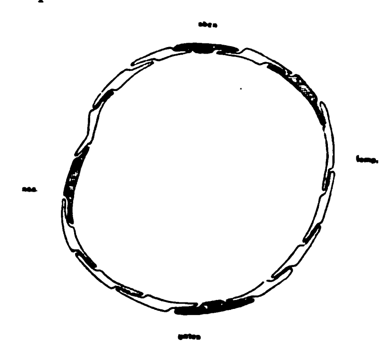


Fig. 1.

bis 0,6 mm. Die Scleralfasern verlaufen hier nicht so gleichmäßig wie sonst in der Sclera, so daß Schräg- und Querschnitte häufiger wechseln.

Der Knochenring besteht an dem einen, an Frontalschnitten untersuchten Auge aus 15 Plättchen, die deutlich die schon früher an Schwimmenten von mir gefundenen Formen haben. Die nasale Seite des Knochenringes ist nach der Regel gebaut: auf die beiden „Stockgrifformen“ oben und unten folgen je drei rhombische und zwischen ihnen liegt die nasale „Untertassenform“. Die temporale Seite hat ein Plättchen zu wenig — also im ganzen nur sechs. Dabei hat eine Verschiebung der temporalen „Untertassenform“ nach oben stattgefunden, so daß zwischen dieser und der oberen „Stockgrifform“ nur ein rhombisches Plättchen liegt, zwischen ihr und der unteren Stockgrifform dagegen vier. Die Abweichung von der Regel ist hier ganz ähnlich, wie ich es bei einem A. boschas-Auge fand; der einzige Unterschied besteht nur darin, daß in diesem Falle die Verschiebung der temporalen Untertassenform nach unten und nicht nach oben erfolgt ist (Abb. 1).

Die Knochenplättchen zeigen an dem einen Auge sehr selten Kanäle, an dem zweiten etwas häufiger.

Cornea.

Die Dicke der Cornea ist am Limbus 0,24 bis 0,31 mm, am vorderen Augenpol 0,16 mm, die Dicke des Epithels 26 μ. Die fibröse Platte hat eine wechselnde Länge, an dem einen Auge betrug sie temporal 0,34, nasal 0,52 mm.

Ciliarkörper.

Die Cramptonsche Portion des Ciliarmuskels ist relativ schwach entwickelt, aber deutlich vorhanden. Die Müllersche Portion setzt sich breit an das Ende der fibrösen Platte an und nimmt die Hauptmasse der Cramptonschen Bündel, die sich zu der Sclerainnenfläche parallel stellen, in sich auf.

Die Brückeschen Fasern sind wenig auffallend.

Die Gesamtbreite des Muskelringes war temporal 2,65, nasal 2,27 mm. Davon kamen auf die Cramptonsche Portion nasal 0,67, auf die Müllersche dagegen temporal 2,65, resp. nasal 1,94 mm. Auf der temporalen Seite fehlte in beiden untersuchten Augen der Cramptonsche Muskel. Die größte Dicke der Müllerschen Portion betrug 0,15 mm. Die Muskelbündel entspringen deutlich aus dem ca. 26 μ dicken elastischen Ringband. Die Ansatzstelle des Ligam. pectinatum an der Iris reicht von ihrer Wurzel 0,15 bis 0,3 mm pupillarwärts.

Die gesamte Breite der Grundplatte des Ciliarkörpers war bei beiden Augen nasal 4,32 mm, temporal 5,67 mm. Die die Linse berührenden Ciliarfortsätze



Fig. 2.

sind kräftig, auf den Frontalschnitten mit abgeplatteten Enden. Ich zählte 71, wobei 3,3 auf 1 mm der Linsenperipherie kamen.

Iris.

Die Iris ist 0,42 mm dick, wobei etwas mehr als die Hälfte ihres Querschnittes auf eine mächtige Zellenschicht kommt, welche die Vorderfläche bekleidet und viele Kapillaren enthält (Abb. 2). Die Zellen, aus denen sie zusammengesetzt

ist, setzen sich auf die Grundplatte des Ciliarkörpers fort und überkleiden die Balken des Ligam. pectinatum (Abb. 3). Unter dieser Schicht liegen kräftige Ringmuskeln und unter diesen die radiären Fasern, die ebenfalls gut entwickelt

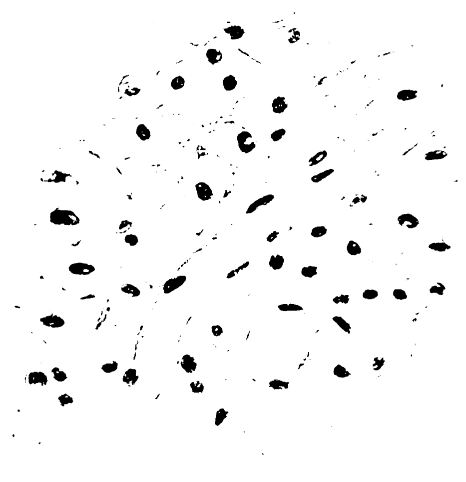


Fig. 3.

sind. Das uveale Blatt der Iris ist am Rande verdickt und nach vorn gebogen, wobei es zum Teil frei in die vordere Kammer ragt.

Der Durchmesser des Irisdiaphragmas beträgt 6,37 mm, derjenige der Pupille 2,21 mm.

Pigmentierung.

Es gibt stark und schwach pigmentierte Augen, die ersteren mit gelber, die letzteren mit brauner Iris. Bei beiden ist das Epithel der Conj. bulbi am Limbus stark pigmentiert, die Sclera am Limbus und in der Gegend des Knochenringes schwächer, wobei die Unterschiede in der Intensität gering sind. Die gelbe Iris zeigt in ihrer vorderen Schicht gar keine, in der Muskelschicht nur am Pupillarrande etwas Pigmentierung, während bei der braunen Iris die erstere von einem dichten Netz verästelter Pigmentzellen durchzogen ist, die an der Vorderfläche zu einer Lage verschmelzen. Die Muskelschicht zeigt auch hier nur vereinzelte Pigmentzellen.

Nickhaut.

Die Nickhaut läßt einen faltigen Kragenteil, einen Wurzelabschnitt mit Papillen (oder Falten) an der Innenfläche und ein Fenster erkennen. An dem letzteren ist das Epithel 90 μ, das Stroma 45 μ dick.

Somateria mollissima *L.*, Eiderente.

Untersucht wurden die zwei Augen eines Vogels, das eine an horizontalen Meridionalschnitten, das andere an Frontalschnitten.

Die Maße des Auges betragen

temporal-nasal	16.5 mm,
sagittal (rekonstruiert)	13.6 mm,
horizont. Corneadurchmesser	8,0 mm.

Das Verhältnis des Corneaabstandes vom hinteren Pol zu der horizontalen Querachse beträgt 1,5 mm. Das Auge ist nach dem Clangulatypus gebaut.

Sclera.

Die Dickenmaße sind

am vorderen Rande	0,32 mm,
vor dem Knochenring	0,4 mm,
am hinteren Rande des Knochenringes . .	0,39 mm,
am Retinarande	0,19 mm,
im Fundus oculi	0,46 mm.

Die Sclera zeigt hiernach zwei Anschwellungen, die eine im Bereiche des Knochenringes, die zweite im Fundus oculi

Die größte Dicke des Knochenringes ist temporal und nasal 0,22 mm, seine Breite beträgt temporal 2,59 mm, nasal 1,84 mm.

Die Knochenplättchen zeigen wenig Kanäle. Die Knorpelschale ist vorn 0,16 mm dick, im Fundus etwas mehr.

Das Verbindungsstück ist temporal 1,27 mm, nasal 0,82 mm breit und zeigt eine Durchflechtung seiner Bündel in hohem Maße.

Das Epithel des Conjunctivalrandes, der vordere Scleraabschnitt, das Lig. pectinatum zeigen eine starke Pigmentierung.

Cornea.

Ihre Dicke beträgt am Limbus 0,26 mm, am vorderen Pol 0,19 mm. Die fibröse Platte ist 0,75 bis 0,9 mm lang.

Ciliarkörper.

Die Cramptonsche Portion des Ciliarmuskels ist an den vorliegenden Präparaten auf der nasalen Seite deutlicher als auf der temporalen, wo sie mit der Müllerschen Portion inniger verschmilzt. Auf beiden Seiten ist sie nur mittelmäßig entwickelt. Die Gesamtbreite des Ciliarmuskels ist nasal 2,48 mm, temporal 2,7 mm. Auf der nasalen Seite ist die Breite der Cramptonschen Portion

0,67 mm, der Müllerschen dagegen 1,34 mm. Brückesche Fasern sind nur in geringem Maße vorhanden.

Die Breite der Grundplatte des Ciliarkörpers war nasal 3,78 mm, temporal 5,4 mm.

Die Zahl der wirksamen Ciliarfortsätze war 84, wobei 4,5 auf 1 mm des Linsenumfanges kamen.

Iris.

Die Iris ist relativ dünn, zeigt keine Zellenauflagerung, enthält zirkuläre und radiäre Muskelbündel in der gewöhnlichen Anordnung und Menge.

Die Irisvorderfläche ist stark pigmentiert, und auch das Stroma enthält viele klumpige Pigmentzellen. Das uveale Blatt ist bogenförmig um den Pupillarrand nach vorn geschlagen. Die Breite des Irisdiaphragmas beträgt 6,75 mm, der Pupillendurchmesser 2,59 mm.

Nickhaut.

Die Nickhaut gliedert sich in die für die Tauchenten typischen drei Abschnitte. Im Fensterteil ist sie stellenweise 75 μ dick, wovon 45 μ auf das Epithel kommen.

Die Augen der beiden hier untersuchten Arten zeigen in typischer Weise Charaktere des Tauchentenauges. Auf einige Einzelheiten soll später im Zusammenhange hingewiesen werden, hier will ich nur hervorheben, daß mir bei Oidemia fusca die Herstellung frontaler Schnitte durch den Knochenring in toto gelang, so daß eine naturgetreue Darstellung der Lagerungsverhältnisse seiner Plättchen im ganzen Umkreise gegeben werden konnte.

Zusammenfassendes über das Entenauge.

Wie in der Einleitung zu diesem Beitrage gesagt wurde, ermöglicht das bis jetzt untersuchte Material eine abschließende Betrachtung. Zuvor muß ich aber kurz auf die Systematik der Enten eingehen, wobei ich mich an die Auffassung einiger in Deutschland besonders verbreiteter Arbeiten zu halten habe.

Die Unterschiede in den verschiedenen Systemen sind im allgemeinen gering. Sowohl Gadow und zur Straßen, wie auch Naumann und Reichenow teilen die Enten in drei Hauptgruppen: die Säger, die Tauchenten und die Schwimmenten. Unterschiede finden sich nur in der Bewertung dieser Gruppen, indem sie entweder als gleichwertige Unterfamilien (Naumann, zur Straßen) angesehen, oder aber in zwei



Familien: Mergidae und Anatidae und die letztere in zwei Unterfamilien: Fuligulinae und Anatinae eingeteilt werden (Reichenow).

Auch hinsichtlich der Gattungen finden sich kaum Abweichungen. So wird bei Naumann die Schellente mit der Reiher- und Bergente zu einer Gattung Fuligula vereinigt, während sie sonst eine Gattung für sich bildet. Die sechs Schwimmenten boschas, penelope, querquedula, crecca, acuta und clypeata gehören nach zur Straßen ebenso vielen Gattungen an, während Naumann sie in drei und Reichenow in zwei einteilt.

Von mir untersucht wurden folgende Arten (die Nomenklatur weicht hier von der früher angewandten etwas ab):

Anatinae (Schwimmenten)

Anas boschas L. . . . . Märzente
Anas penelope L. . . . . Pfeifente
Anas querquedula L. . . . . Knäckente
Anas crecca L. . . . . Krickente
(Dafila) acuta L. . . . . Spitzente
Spatula clypeata L. . . . . . . Löffelente

Fuligulinae (Tauchenten)

Fuligula fuligula L. . . . . . . Reiherente
Fuligula marila L. . . . . Bergente
Somateria mollissima L. . . . . . Eiderente
Oidemia fusca L. . . . . Samtente
Clangula clangula L. . . . . . . Schellente
Harelda glacialis L. . . . . . . Eisente

Merginae (Säger)

Mergus merganser L.

Augengröße und Körperlänge.

Um festzustellen, ob die tauchende Lebensweise einen Einfluß auf die Größe des Auges ausübe, habe ich die sagittale Augenachse in die Körperlänge dividiert.

Ich zeichnete die Augendurchschnitte in vierfacher Vergrößerung, rekonstruierte sie da, wo etwa die Cornea deformiert war und bestimmte ihre faktische Länge. Die Rekonstruktion der Cornea wurde so gemacht, daß ihre mit dem Kurvimeter gemessene Länge der Länge der deformierten Cornea gleich war. Die Längenmaße der Vögel entnahm ich der

Naumannschen Naturgeschichte, mußte aber, da hier Grenzwerte angegeben sind, erst Durchschnittszahlen berechnen. Die Messungen sind dort von der Schnabelwurzel bis zur Schwanzspitze gemacht worden. Da aber die Schwanzlänge bei den Entenarten sehr variiert, zog ich sie von der Körperlänge ab. Die so erhaltenen Werte entsprechen leider nur ungenügend der an sie zu stellenden Forderung, da die zu vergleichenden beiden Längenmaße nicht an einem und demselben Individuum gewonnen wurden. Ich habe wohl auch aus diesem Grunde keine fortlaufende Reihe erhalten.

Nach der Größe erhält man folgende Reihe, wobei Anas crecca mit 240 mm die kleinste Art ist. A. crecca, querquedula, H. glacialis, F. fuligula, C. clangula, A. penelope, S. clypeata, F. marila, O. fusca, A. boschas, acuta, S. mollissima, M. merganser.

Folgendes scheint mir aus den Berechnungen hervorzugehen. Zunächst fanden sich keine durchgreifenden Unterschiede zwischen Schwimm- und Tauchenten im Sinne einer Vergrößerung resp. Verkleinerung des Auges. Dagegen schien es, daß die Augenachse mit zunehmender Körpergröße abnimmt. Wenn sich als Durchschnittszahl bei allen Enten das Verhältnis von 1 : 33 fand, war bei den 6 kleineren Arten das Verhältnis 1 : 29, bei den 7 größeren aber 1 : 36. Dieses würde den Satz bestätigen, wonach unter gleichen oder ähnlichen Lebensbedingungen die kleineren Tiere stets die relativ größeren Augen haben (Pütter, Organologie des Auges, S. 352).

Die Augenform.

In meinen beiden früheren Beiträgen habe ich die Augenform durch das Verhältnis zwischen Cornea-Scleraabstand und Querdurchmesser auszudrücken versucht. Da die jetzt ausgeführten zeichnerischen Rekonstruktionen ihre Benutzungsmöglichkeit zu Messungen wahrscheinlich machten, berechnete ich auf ihrer Grundlage eine neue Zahlenreihe. Wenn die Maße für den Querdurchmesser nicht ganz mit den früher angeführten übereinstimmten, lag es zum Teil an der Benutzung anderer Präparate, zum Teil an den genaueren Messungen, die früher am Präparat mit dem Zirkel gemacht wurden, während ich jetzt hierzu auch die vierfach vergrößerten mit dem Zeichenspiegel angefertigten Zeichnungen benutzte. Aber selbstverständlich handelt es sich auch hier nur um Annäherungswerte.

Die sagittale Achse und der Längen-Breiten-Index betrug bei

A. boschas . .	11,4 mm u. 1,31	F. fuligula . .	9,6 mm u. 1,34
A. penelope .	10,4 mm u. 1,39	F. marila . .	10,4 mm u. 1,36
A. querquedula	7,8 mm u. 1,41	S. mollissima .	13,6 mm u. 1,21
A. crecca . .	8,9 mm u. 1,34	O. fusca . .	13,1 mm u. 1,25
A. acuta . .	10,3 mm u. 1,35	C. clangula .	12,4 mm u. 1,20
S. clypeata . .	9,8 mm u. 1,37	H. glacialis .	11,6 mm u. 1,23
M. merganser . .	14,0 mm u. 1,26		

Auch diese Berechnung zeigt wie die frühere das Vorhandensein zweier Typen: von Langaugen bei den Tauchenten, von Kurzaugen bei

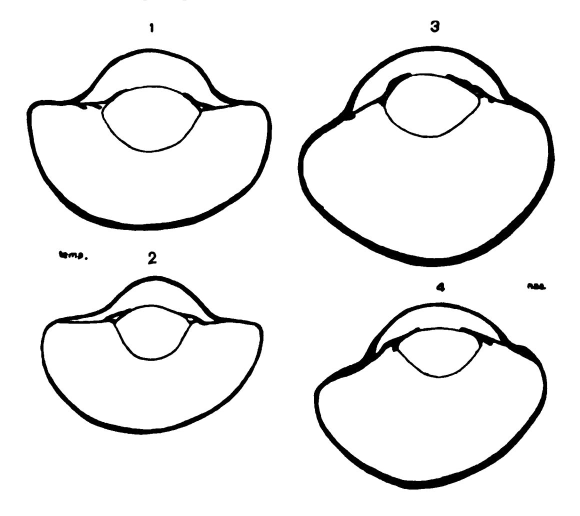


Fig. 4.

den Schwimmenten. Die Fuligula-Arten zeigen indessen noch die Verhältnisse der letzteren, während Somateria und Oidemia deutlich den anderen Typus repräsentieren (Abb. 4).

Wie es Franz bei vielen anderen Vögeln nachgewiesen hat, besteht auch bei den Enten eine häufig sehr ausgeprägte Asymmetrie, indem die Cornea nasenwärts verschoben und der temporale Bulbusteil stärker entwickelt ist.

Verbindungsstück und Knochenring.

Über das Wesen des „Verbindungsstückes" (Franz) habe ich früher berichtet und die Meinung ausgesprochen, daß es am Enten- und Taucherauge am besten vom Limbus bis zum vorderen Ansatz des Ciliarmuskels

zu rechnen sei. Ersterer wird meist durch den Pigmentrand des Epithels, letzterer durch den Abgang der fibrösen Corneaplatte deutlich gekennzeichnet. Unter Berücksichtigung der temporalen und nasalen Seite habe ich diesen Raum an allen Entenarten gemessen und kann darüber folgendes berichten. Durchweg ist das „Verbindungsstück“ auf der temporalen Seite stärker entwickelt, als auf der nasalen. Bei den Schwimmenten ist der oben erwähnte Zwischenraum so klein und seine Struktur weicht so wenig von derjenigen der übrigen Sclera ab, daß man hier noch kaum von einem „Verbindungsstück“ sprechen kann. Ich maß hier die Entfernung zu 0,1 bis 0,2 mm auf der nasalen und 0,4 bis 0,6 mm auf der temporalen Seite, je nach der Größe der Augen. Bei den Fuligula-Arten betrugen die entsprechenden Zahlen 0,2 bis 0,4 und 0,7 bis 0,8. Größer wird der Raum bei Somateria und Oidemia, denn er betrug nasal 0,6 bis 0,8, temporal 0,8 bis 1,3 mm. Am besten ist er bei Harelda und Mergus mit 1,0 und 1,5 und bei Clangula mit 0,9 und 2,3 mm entwickelt.

Auch der Knochenring ist durchweg temporal breiter als nasal, nur einmal gleich breit, und bei den Tauchenten relativ zum Augenquerdurchmesser größer als bei den Schwimmenten. Wenn die Breite des Knochenrings mit der Augengröße verglichen werden soll, kann es nur mit Hilfe des Querdurchmessers geschehen, da die sagittale Achse zu sehr unter dem Einfluß der Anpassung an die tauchende Lebensweise variiert. Eine Division der (durchschnittlichen) Knochenringbreite in die horizontale Augenquerachse ergibt folgende Reihe:

A. boschas	1 : 7,2	F. fuligula	1 : 7,5
A. penelope	1 : 7,1	F. marila	1 : 7,0
A. querquedula	1 : 9,1	S. mollissima	1 : 7,4
A. crecca	1 : 8,5	O. fusca	1 : 6,4
A. acuta	1 : 8,9	C. clangula	1 : 6,0
S. clypeata	1 : 8,6	H. glacialis	1 : 5,9
		M. merganser	1 : 5,6

Wir sehen hiernach eine relative Vergrößerung des Knochenrings bei den Tauchenten Oidemia, Clangula, Harelda und Mergus.

Iris.

Wenn wir das Resultat einer vergleichenden Untersuchung der Regenbogenhaut kurz ausdrücken, müssen wir sagen, daß es kein Merkmal gibt, das allen Tauchenten im Gegensatz zu den Schwimmenten zukomme.

Andererseits finden sich einige charakteristische Besonderheiten, die sich nur an Tauchentenaugen nachweisen ließen.

Was nun zunächst die Gesamtdicke der Iris betrifft, ist sie bei F. fuligula, O. fusca, C. clangula, H. glacialis und M. merganser größer gefunden worden als bei den Anas-Arten, auch wenn man die Pupillenweite berücksichtigt. Wenn wir als relatives Maß der Pupille ihr Verhältnis zum Gesamtdurchmesser des Irisdiaphragma nehmen, schwankt dieses Verhältnis in der Untersuchungsreihe zwischen 1,8 und 3,4 mm und es ist natürlich, daß Regenbogenhäute nur da miteinander verglichen werden können, wo das Verhältnis gleich ist.

Die Verdickung der Tauchenteniris beruht auf der Vermehrung der Muskulatur und des Bindegewebes, aber auch auf dem Vorhandensein einer eigentümlichen Auflagerung großer kubischer Zellen mit bläschenartigen Kernen auf der Vorderfläche. Zum Teil finden sich dabei starke individuelle Verschiedenheiten, wie ich es in zwei Fällen feststellen konnte. So war es bei F. fuligula der Fall, und so fand es sich auch jetzt in noch höherem Maße bei O. fusca. Hinsichtlich der Einzelheiten muß hier auf die spezielle Beschreibung verwiesen werden. Über die Art dieser Zellen, von denen ich eine Abbildung gebe, kann ich mir kein abschließendes Urteil verschaffen. Wenn ich sie früher für Endothelwucherungen hielt, möchte ich jetzt diese Bezeichnung vermeiden, da sie sich manchmal noch tief im Irisstroma zwischen den Gefäßen und Bindegewebszügen finden und das Endothel sowohl von Franz wie von Leplat als sehr zart geschildert wird. Wie gewöhnliche Stromazellen sehen sie aber nicht aus, deren Kerne kleiner und dunkler gefärbt sind.

Die Irismuskulatur ist bei den Tauchenten kräftiger als bei den Schwimmenten. Die Verstärkung betrifft nicht allein die Ringmuskeln, sondern auch die radiären Bündel, was verständlich erscheint, wenn man sich ihrer, von Leplat wahrscheinlich gemachten, Bedeutung für den Akkommodationsakt erinnert.

Der Ciliarmuskel.

Ein näheres Eingehen auf die morphologischen Verhältnisse des Ciliarmuskels zeigte, daß die früher angestellten Messungen nicht genau genug waren, vor allem weil sie die nasale und temporale Seite nicht getrennt berücksichtigt hatten. Ich habe deswegen noch einmal sämtliche Arten in dieser Beziehung bearbeitet, will aber hier meist nur die Resultate, nicht die Einzelmessungen geben. Den Berechnungen lag natürlich keine Auswahl der Maße vor, sondern ihre Gesamtheit, wie sie sich zufällig ergeben hatte.

Ich bestimmte an guten Schnitten je einer Art, für beide Seiten getrennt, die Breite des gesamten Ciliarmuskels, des Cramptonschen und des Müllerschen Muskels, wobei ich letzterem die Brückesche Portion zuzählte. Dann verglich ich bei jeder Art die beiden Muskelbreiten untereinander und mit den entsprechenden Augenquerachsen.

Um ein Mißverständnis zu vermeiden, das bei der Betrachtung der Zahlenreihen entstehen könnte, weise ich hier darauf hin, daß die Breite des gesamten Ciliarmuskels keineswegs der Summe der Breiten beider einzelnen Muskeln zu entsprechen braucht. Das kommt daher, daß die beiden Muskeln sich mit ihren Enden mehr oder weniger überlagern, und daß zweitens der Muskelring in seiner Gesamtheit nach innen konvex ausgebuchtet ist, so daß an den Präparaten der Abstand der beiden Muskelränder genau genommen nicht die Länge des Bogens, sondern diejenige der Sehne angibt.

Ein Vergleich der Breitenmaße des Cramptonschen und Müllerschen Muskels gibt kein ganz vollkommenes Bild von ihrer Mächtigkeit; hierzu fehlen die Dickenmaße. Eine Bestimmung derselben war aber zu schwierig und zu großen Fehlerquellen ausgesetzt, um Verwendung finden zu können, und so mußte ich mich auf die vereinfachte Methode beschränken.

Die Asymmetrie des Entenauges zeigte sich wie am Knochenring, so auch am Ciliarmuskel, insofern als er in der Regel auf der temporalen Seite breiter war als auf der nasalen. Indessen fanden sich auch zwei Ausnahmen; so betrug die Breite bei A. penelope temporal 1,7 mm, nasal 1,8 mm, und bei Oidemia fusca in einem von zwei untersuchten Augen 2,0 resp. 2,3, während das andere (von einem zweiten Vogel) das umgekehrte Verhältnis zeigte. Gerade deswegen möchte ich aber diese Abweichung nur als eine individuelle ansehen. Sie erklärt sich außerdem noch aus einer anderen Tatsache. Wie nämlich ein Vergleich des Müllerschen mit dem Cramptonschen Muskel ergibt, ist der erstere durchweg auf der temporalen, der letztere auf der nasalen Seite stärker entwickelt. So wird denn bisweilen der Fehlbetrag des Müllerschen Muskels auf der nasalen Seite durch eine stärkere Entwicklung des Cramptonschen überkompensiert und die Gesamtbreite des Ciliarmuskels fällt größer aus.

Die ungleiche Entwicklung der beiden Muskelportionen auf den beiden Seiten des Auges ist außerordentlich überraschend. Da hier eine allgemeingültige Gesetzmäßigkeit vorzuliegen scheint, teile ich die Messungsresultate im einzelnen mit. Die erste Zahl betrifft die temporale, die zweite die nasale Seite.

Die Breite des Müllerschen Muskels betrug bei

A. boschas	0,9 mm,	0,8 mm
A. penelope	1,32 mm,	1,07 mm
A. querquedula	0,78 mm,	0,6 mm
A. crecca	0,85 mm,	0,67 mm
A. acuta	1,17 mm,	0,9 mm
S. clypeata	0,9 mm,	0,87 mm
F. fuligula	1,4 mm,	1,2 mm
F. marila	1,23 mm,	1,2 mm
S. mollissima	2,7 mm,	1,34 mm
O. fusca	2,65 mm,	1,94 mm
C. clangula	2,7 mm,	2,64 mm
H. glacialis	2,65 mm,	2,21 mm
M. merganser	3,13 mm,	2,8 mm

Die Breite des Cramptonschen Muskels betrug bei

A. boschas	0,6 mm,	0,75 mm
A. penelope	0,49 mm,	0,93 mm
A. querquedula	0,34 mm,	0,52 mm
A. crecca	0,45 mm,	0,54 mm
A. acuta	0,45 mm,	0,66 mm
S. clypeata	0,37 mm,	0,45 mm
F. fuligula	0,51 mm,	0,6 mm
F. marila	0,52 mm,	0,55 mm
S. mollissima	—	0,67 mm
O. fusca	—	0,67 mm
C. clangula	0,36 mm,	0,37 mm
H. glacialis	—	0,4 mm
M. merganser	—	0,45 mm

Eine Durchsicht der Zahlenreihen wird das oben Gesagte bestätigen. Es sei aber noch auf einen Punkt hingewiesen. Bei mehreren Tauchenten finden sich keine Angaben über die temporale Ausdehnung des Cramptonschen Muskels, und das aus dem Grunde, weil er sich hier nicht mit Sicherheit nachweisen ließ. Die Muskelbündel, die ihrer Insertion nach den Cramptonschen Muskel bilden müßten, verlaufen in derselben Richtung wie die Müllerschen Bündel, so daß sich beide Arten nicht mehr genau voneinander trennen lassen. Daß es auch hier Bündel gibt, die von der Scleralplatte zur Sclerainnenfläche ziehen, ist wohl anzunehmen, wie es auch im Auge von C. clangula nachgewiesen wurde, indessen gehen

sie in die Maße der übrigen Bündel so vollkommen auf, daß sie an den betreffenden Präparaten nicht gemessen werden konnten.

Über die Breite und Dicke des Ciliarmuskels auf beiden Seiten des Auges finden sich keine übereinstimmenden Angaben. Aus den zahlreichen Abbildungen von Franz ersieht man (auch am Raubvogelauge), daß der Muskelring temporal ganz bedeutend breiter als nasal ist. Anscheinend im Gegensatz hierzu stehen die Angaben von Heß, der am Auge von Milvus und Otus den nasalen Abschnitt viel dicker wiedergibt als den temporalen. (Über die Breite ist nichts gesagt.) Vielleicht hängt dieses mit einer relativ starken Entwicklung des Cramptonschen Muskels jener Seite zusammen, wie ich es bei den Enten gefunden habe.

Wir müssen jetzt die Breite der Muskeln mit der Größe der Augen vergleichen, also ihre relative Breite feststellen. Wir dividieren hierzu die Muskelmaße in den Augenquerdurchmesser und erhalten in abgerundeten Zahlen folgende Reihen:

Für den Müllerschen Muskel bei

	temporal	nasal		temporal	nasal
A. boschas . .	1:16	1:18	F. fuligula . .	1:9	1:11
A. penelope . .	1:11	1:13	F. marila . .	1:11	1:12
A. querquedula	1:14	1:18	S. mollissima .	1:6	1:12
A. crecca. . .	1:14	1:18	O. fusca . . .	1:7	1:8
A. acuta . . .	1:12	1:15	C. clangula . .	1:5	1:6
S. clypeata . .	1:15	1:15	H. glacialis . .	1:5	1:6
M. merganser	1:5	1:6			

Für den Cramptonschen Muskel bei

	temporal	nasal		temporal	nasal
A. boschas . .	1:24	1:19	F. fuligula . .	1:26	1:29
A. penelope . .	1:28	1:26	F. marila . .	1:26	1:26
A. querquedula	1:32	1:21	S. mollissima .	—	1:25
A. crecca. . .	1:27	1:22	O. fusca . . .	—	1:26
A. acuta . . .	1:31	1:21	C. clangula . .	1:42	1:40
S. clypeata . .	1:36	1:30	H. glacialis . .	—	1:36
M. merganser	—	1:39			

Wir können daraus folgendes entnehmen: bei den Tauchenten ist der Müllersche Muskel relativ zur Augengröße breiter als bei den Schwimmenten, was sich bei den vier zuletzt aufgezählten Arten ganz besonders bemerkbar macht. Hinsichtlich des Cramptonschen Muskels ist das Umgekehrte der Fall, doch verhalten sich dabei die Tauchenten

F. fuligula und marila noch ganz wie die Schwimmenten, während S. mollissima und O. fusca eine Übergangsstellung einnehmen und erst bei C. clangula, H. glacialis und M. merganser der Unterschied sehr deutlich wird. Das Fehlen des Cramptonschen Muskels auf der temporalen Seite bei vier Tauchenten muß als höchster Grad der Verschmälerung aufgefaßt werden und es ist zu betonen, daß dieses eben auf der Seite geschieht, wo der Muskel bei allen Enten schwächer angelegt ist. Die Zunahme des Müllerschen und die Abnahme des Cramptonschen Muskels in der Artenreihe wird, wie leicht ersichtlich, noch deutlicher, wenn man die Breiten beider Muskeln miteinander vergleicht. Während unter Zugrundelegen der Messungen der nasalen Seite bei A. boschas, penelope und querquedula der Müllersche Muskel nur 1,1 mal länger als der Cramptonsche ist, steigt das Verhältnis bei Fuligula, Somateria und Oidemia schon auf 1:2,0 bis 1:3,0 und bei Harelda, Mergus und Clangula bis auf 1:7,1.

Welche physiologische Bedeutung der verschiedenen Entwicklung der beiden Muskeln auf den beiden Augenseiten zukommt, vermag ich nicht anzugeben. Vielleicht würde eine genaue Untersuchung des Akkommodationsvorganges darüber Aufschluß geben[1]).

Die Ciliarfalten.

Heß hat die Aufmerksamkeit auf eine im Auge verschiedener Vögel vorkommende Spaltbildung im Bereiche des unteren Teiles des Ciliarmuskelringes hingelenkt. Sein Verdienst ist es, diese Bildung nicht, wie es früher geschah, als pathologisch anzusehen, sondern ihre Bedeutung für die Kommunikation der Augenflüssigkeit zwischen vorderer und hinterer Kammer zu erkennen und experimentell zu beweisen.

Da mir numerierte Schnittserien von meinen Präparaten zu Gebote standen, und in ihnen fast stets die untere Augenhälfte enthalten war, habe ich nach dem Heßschen Ciliarspalt gesucht und ihn in vielen Fällen aufgefunden. Im Entenauge scheint es sich damit jedenfalls um eine regelmäßige Bildung zu handeln, da sie aus den bereits vorhandenen Schnitten neunmal nachzuweisen war, sowohl bei Schwimmenten wie bei Tauchenten.

---

[1]) An dieser Stelle berichtige ich eine von mir in dem ersten Beitrage (p. 46) gemachte Angabe, aus der der Leser annehmen muß, daß sich das sogenannte elastische Ringband nach van Gieson ebenso färbt, wie das Bindegewebe. Das ist aber keineswegs der Fall, denn die Farbe ist gelblich.

Der Spalt liegt in der unteren Hälfte des Ciliarmuskelringes und meist nach der Nasenseite zu verschoben. Seine ungefähre Länge schwankte zwischen 0,4 und 1,2 mm. Proximal von ihm werden die Ciliarfalten niedriger (Abb. 5), distal läuft er häufig in eine Rinne aus, die sich bis in die Iriswurzel einsenken kann. Die Wände des Spaltes



Fig. 5.

werden von dem ciliaren Pigmentblatt mit seinem Zylinderepithel gebildet; indem sich beide um die distalen Ränder des Spaltes nach außen umbiegen, gelangen sie oft auf die Vorderfläche der ciliaren Grundplatte und bilden hier dickere Pigmentwülste. Die hintere Kammer steht durch



Fig. 6.

den Spalt mit den Räumen des Ligam. pectinatum in Verbindung; die Passage kann vollständig frei oder aber durch zarte Zellbänder behindert sein (Abb. 7); bisweilen stoßen auch die Zylinderepithelschichten der gegenüberliegenden Wände aneinander (Abb. 6).

Ich möchte noch kurz auf einen Punkt hinweisen. Auf den Schnitten, die den Spalt enthalten, sieht man den Kamm als wellenförmiges Band vom Opticus nach vorn hin verlaufen. Der Spalt liegt nun stets genau,

selten nur fast genau, in der Verlängerung der durch den Kamm gelegten Achse; es wird dieses durch seine nasale Verschiebung ermöglicht. Da keine Ausnahmen von diesem Verhalten zu finden waren, kommt man in Versuchung irgendwelche Beziehungen zwischen Spalt und Kamm anzunehmen und erinnert sich unwillkürlich der Hypothese von Franz,

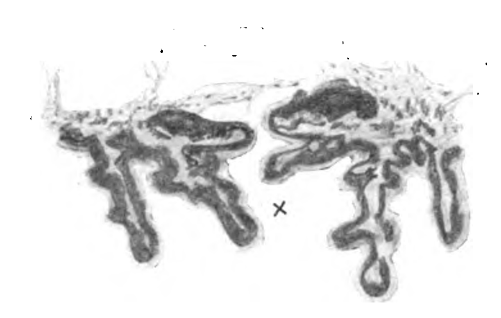


Fig. 7.

wonach der letztere der Perzeption hydrodynamischer Druckschwankungen zu dienen hat.

An dieser Stelle sei auch noch kurz der Anzahl der für die Akkommodation wichtigen Ciliarfortsätze im Zusammenhange gedacht.

Sie betrug pro 1 mm der Linsenperipherie bei

A. boschas	6,7	F. fuligula	6,2
A. penelope	5,5	F. marila	6,3
A. querquedula	6,2	S. mollissima	4,5
A. crecca	6,7	O. fusca	3,3
A. acuta	5,0	C. clangula	4,0
S. clypeata	6,5	H. glacialis	4,5
M. merganser	4,1		

Schlußbetrachtungen.

Die Untersuchung der Augen von 13 Entenarten hat das Vorkommen zweier Typen feststellen können, von denen der eine den Schwimmenten, der andere den Tauchenten zukommt. Ohne die Einzelheiten hier wiederholen zu wollen, möchte ich nur eine kurze anatomische Charakteristik der beiden Typen geben.

Schwimmenten: Auge relativ kurz, Längenbreitenindex über 1,3. Die Sclera hat im ciliaren Abschnitt keine Anschwellung, ein Verbindungsstück ist nicht vorhanden. Iris dünn, ihre Muskulatur relativ schwach.

Am Ciliarmuskel ist die Cramptonsche Portion stark, die Müllersche schwach entwickelt, die Brückesche fehlt fast ganz. Die Zahl der wirksamen Ciliarfortsätze ist relativ groß. Die Nickhaut hat kein ausgesprochenes Fenster.

Das Auge der Tauchenten läßt sich nicht so einheitlich charakterisieren, da bei Fuligula, Somateria und Oidemia Anklänge an das Schwimmentenauge vorkommen. Das typische Tauchentenauge hat folgende Merkmale: relativ lange sagittale Achse, Längenbreitenindex daher unter 1,3. Ein Verbindungsstück zwischen Sclera und Cornea vorhanden, ebenso eine Anschwellung in der Sclera in der ciliaren Gegend, Verbreiterung des Knochenringes und Bildung von Hohlräumen in der Substanz der Plättchen. Kräftige Irismuskulatur, zellige Auflagerung auf der Vorderfläche der Iris. Starke Entwicklung des Müllerschen und Brückeschen Muskels und Verkümmerung resp. Schwund des Cramptonschen. Die wirksamen Ciliarfortsätze nehmen an Zahl ab, sind aber fibrös und kräftig. Die Nickhaut hat ein Fenster.

Die Entengattungen gruppieren sich nun nach der morphologischen Ähnlichkeit ihrer Augen folgendermaßen: auf der einen Seite steht die Anasgruppe, zu der auch Spatula gehört, auf der anderen die typischen Tauchenten Harelda, Clangula und Mergus. Fuligula, Somateria und Oidemia stehen in der Mitte, dabei neigt Fuligula mehr zur Anasgruppe, Oidemia mehr zur zweiten. Clangula und Mergus zeigen unter sich mehr Übereinstimmung als mit Harelda. Somateria neigt mehr zu Fuligula als zu Clangula. Der Clangulatypus hängt offensichtlich mit der tauchenden Lebensweise zusammen und ist der anatomische Ausdruck für die Fähigkeit sowohl in der Luft wie im Wasser zu sehen. Meine Untersuchungen stimmen in allen Stücken gut zu der Theorie von Heß über den Akkommodationsakt der Vögel, wenn auch im einzelnen manche anatomische Tatsachen noch der Erklärung harren.

Wenn wir annehmen, daß die Fähigkeit zu tauchen und die Beute im Wasser zu verfolgen eine höhere Entwicklungsstufe darstellt, werden wir einerseits im anatomischen Bau des Auges einen Maßstab für den Grad der Anpassung sehen, andererseits das Schwimmentenauge für die primitivere Form halten können. Wir dürfen dieses auch noch aus zwei anderen Gründen, erstens weil die Charaktere des Schwimmentenauges (z. B. die starke Entwicklung des Cramptonschen Muskels, die relative Kürze der sagittalen Achse) auch sonst unter den Vögeln weit verbreitet sind und zweitens, weil die typischen Merkmale des Tauchentenauges bei anderen gar nicht oder entfernt verwandten Formen mit ähnlicher Lebensweise (z. B. bei Gavia, Alca) wiederkehren. Aus diesen Überlegungen er-

gibt sich die Möglichkeit, die Augenanatomie für phylogenetische Spekulationen zu verwerten.

Allerdings erheben sich hier sogleich einige Schwierigkeiten, die darin bestehen, daß wir kein Mittel haben, die primitiven Merkmale als solche zu erkennen und echte homologe Bildungen von Konvergenzanalogien zu unterscheiden. Schon aus diesem Grunde allein wird sich ein Stammbaum auf Grund der Augenanatomie nicht aufstellen lassen. Als Kriterium anderer „natürlicher Systeme“ dürfte sie aber ihren Wert haben.

Aus mangelnder Gelegenheit zu umfassenderen Literaturstudien muß ich mich hier auf eine Arbeit von Eimer und Fickert beschränken, die die Zeichnung des Gefieders bei erwachsenen wie bei jungen Vögeln zur Feststellung der Verwandtschaftsverhältnisse benutzen.

Ein Vergleich der dort niedergelegten Resultate mit meinen Ergebnissen zeigt zunächst eine Übereinstimmung in der Annahme, daß Anas („Streifenenten“) eine relativ primitive Gruppe sei. Man kann sich daher vorstellen, daß aus einem gemeinsamen Stamme zwei divergierende Äste entsprossen sind, nach der einen Seite die Anasgruppe, nach der anderen die Tauchenten. Aus diesem zweiten Aste gingen dann wieder zwei neue hervor, von denen der eine die relativ wenig differenzierte Fuligula- und Oidemiagruppe andeutet, der andere aber die hochentwickelten Typen Clangula und Mergus. Somateria und Harelda werden von Eimer und Fickert in nahe Beziehung zu Anas gebracht. Für die erstere Gattung kann das auch vom Standpunkte der Augenanatomie trotz der Tauchentenmerkmale zugestanden werden, hinsichtlich der Harelda ist das schwerer möglich, denn nach dem Augenbau gehört sie entschieden in die Verwandtschaft der Clangula. Man darf auch nicht vergessen, daß sowohl Somateria als Harelda durch das Vorhandensein eines breiten Hautsaumes an der Hinterzehe zu den Tauchenten und nicht zu den Schwimmenten gehören. Sollte trotz alledem die Ansicht von Eimer und Fickert richtig sein, hätten wir hier in bezug auf das Sehorgan Beispiele von Konvergenzanalogie vor uns.

Literatur.

1. Eimer, Th., und Fickert, C., Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schwimmvögeln nach deren Zeichnung dargestellt. Halle 1899. Abh. d. Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Band LXXVII, Nr. 1.
2. Franz, Das Vogelauge. Zool. Jahrbücher, 1909, Bd. XXVIII, Heft 1.
3. Gadow, Vögel: Aves. Leipzig u. Heidelberg 1893 in Bronns Klassen u. Ordnungen des Tierreichs, Bd. VI, 4. Abt.

4. Heß, C., Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Ciliarringes. Zool. Jahrb., 1912, Suppl. XV, Bd. 3.
5. Ischreyt, Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges. Arch. f. vergleich. Ophthalm., 1912, Bd. III, H. 1.
6. — Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges. Zweiter Beitrag. Arch. f. vergl. Ophthalm., 1913, Bd. III, Heft 3 u. 4.
7. — Zur Morphologie des Auges der Urinatores (Taucher). Arch. f. vergl. Ophthalm., 1913, Bd. III, H. 3 u. 4.
8. Leplat, Recherches sur le développement et la structure de la membrane vascul. de l'oeil des oiseaux. Arch. de Biologie, 1912, Bd. XXVII.
9. Naumann, Naturgeschichte der Vögel Mitteleuropas. Neubearbeitet 1902, Bd. X.
10. Pütter, Organologie des Auges. Handb. d. gesamt. Augenh., Leipzig 1908.
11. Reichenow, Die Vögel. Handb. d. system. Ornithol. Stuttgart 1913.
12. Zur Straßen in Brehms Tierleben, neueste Auflage.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Knochenring von Oidemia fusca. 32 : 1. Schraffiert die „Stockgriff"- und „Untertassenform".

Fig. 2. Pupillärer Teil der Iris von Oidemia fusca. 78 : 1. *m* = Muskel; *z* = zellige Auflagerung.

Fig. 3. Aus der Irisvorderschicht von Oidemia fusca. 470 : 1. Entspricht der mit *z* bezeichneten Schicht der Abb. 2.

Fig. 4. Horizontale Meridionalschnitte durch die Augen von 1. A. boschas; 2. S. clypeata; 3. O. fusca; 4. H. glacialis. Nur bei 3 ist die Cornea etwas rekonstruiert worden. 2 : 1.

Fig. 5. Ciliarkörperfalten von A. acuta, proximal von dem Heßschen Ciliarspalt. Vor × beginnt der Spalt. 80 : 1.

Fig. 6. Ciliarspalt (×) von C. clangula. 78 : 1.

Fig. 7. Ciliarspalt (×) von A. crecca. 80 : 1.

[Aus dem anatomischen Institut der vet.-med. Fakultät der Universität Zürich.
Prof. Dr. O. Zietzschmann.]

Über die Tränenkarunkel bei Karnivoren.
Auch ein Beitrag zum Aufbau rudimentärer Haare.

Von

Tierarzt **Walter Fey,** St. Gallen.

Mit sieben Abbildungen im Texte.

Mit dem Aufbau der Tränenkarunkel haben sich bereits verschiedene Forscher beschäftigt. Zwar beziehen sich diese Untersuchungen vor allem auf das fragliche Organ beim Menschen; immerhin ist auch den Säugetieren von einzelner Seite Aufmerksamkeit geschenkt worden.

Wir wissen, daß es sich bei der Tränenkarunkel um ein in das Conjunctivalgebiet hereingeschobenes Stück der äußern Haut handelt. Dieser Teil des Integumentum commune ist aber in verschiedener Richtung modifiziert und mit spezifischen Bildungen ausgestattet, die es ohne weiteres als etwas besonderes erscheinen lassen.

Diskussionslos wurden von jeher der Tränenkarunkel Haare und Talgdrüsen zugesprochen, während das Auftreten von Schweißdrüsen beim Menschen verschieden beurteilt worden ist. So glaubte Waldeyer (21) in der **menschlichen Caruncula lacrimalis** Schweißdrüsen nachgewiesen zu haben, die den Mollschen Drüsen des Augenlides gleichzusetzen, also als modif. Glandulae sudoriferae anzusehen wären. Auch Sattler (16) teilte diese Anschauung unter dem Zusatze, daß auch echte Schweißdrüsen mit diesen gemischt nachzuweisen seien. Aber schon 20 Jahre vor Waldeyer hat W. Krause (13) in der menschlichen Karunkel eine bis vier Drüsen beschrieben, die den von C. Krause (12) in der Conjunctiva nachgewiesenen und später von Henle (9) als akzessorische Tränendrüsen beschriebenen Hohlgebilden entsprechen. Nach der Waldeyerschen Publikation nimmt auch W. Krause sofort erneut Stellung zu dieser Frage, indem er seinen Fund aus dem Jahre 1854

verteidigt. Auch Ciaccio (3), Giacomini (6) und Tartuferi (20) sprechen sich gegen die Waldeyersche Ansicht aus, indem sie die von ihnen gefundenen Drüsen für alveoläre (acinöse) und nicht für tubulöse Hohlorgane erklären. Auf das nachdrücklichste werden diese Autoren schließlich durch Stieda (17) unterstützt, nach dessen Untersuchungen jede Schweißdrüse fehlt — und zwar sowohl solche mit, als auch solche ohne Muskelmantel. — Er findet zwar stets nur eins von diesen fraglichen, den Krauseschen Conjunctivaldrüsen gleichzusetzenden Gebilden, das mit einem großen, geschlängelten Ausführungsgange versehen ist, aber in mehrere Läppchen zerfällt. Andere Forscher, und unter ihnen auch Enslin (5), berichten von einer bis vier Drüsen, die tiefer oder mehr oberflächlich im bindegewebigen Grundstock der Karunkel sitzen. Der Ausführungsgang teilt sich unter Umständen nahe der Drüse in einige Äste, die dann zu je einem Drüsenläppchen führen und in demselben sich zu Endröhren auflösen, um welche herum an kurzen Ästen sitzende Acini (Stieda) sich gruppieren. Heute faßt man die Drüse als eine zusammengesetzt-tubulöse auf (Enslin), deren Tubuli außerordentlich stark gewunden sind. Der ebenfalls stark gewundene Ausführungsgang selbst hat bis zur Mündung ein zweireihiges Epithel (Enslin, entgegen Stieda, der von Mehrschichtigkeit spricht); dasselbe wird gegen die Drüse hin unter allmählicher Auflockerung der basalen Zellen einschichtig, und in den eigentlichen Drüsenendstücken sitzt ein hohes, das Lumen fast ausfüllendes, einschichtiges Epithel des serösen Typus der Basalmembran auf; auch Korbzellen kommen spärlich zu Gesicht. Schon Stieda rechnet die Drüse zu den Eiweißdrüsen, Enslin stellt sie völlig der Tränendrüse gleich, da beispielsweise auch die interzellulären Sekretkapillaren nicht fehlen. Immerhin entbehrt die Drüse der Schaltstücke.

Der epitheliale Überzug der Karunkel wird als modifizierte Epidermis durch ein mehrschichtiges Plattenepithel repräsentiert. Seit der Stiedaschen Publikation (1890) wissen wir, daß in diesem Epidermisanteil Becherzellen auftreten können. Solche sollen zwar bei Neugeborenen und sehr jugendlichen Individuen fehlen und auch nicht bei allen Erwachsenen nachweisbar sein; dementsprechend erklärt sie Stieda auf alle Fälle für pathologische Bestandteile. Sie sind nach dessen Anschauung mit den Becherzellen des Darmes nicht zu identifizieren; ihr heller Inhalt entsteht durch hyaline Degeneration aus dem Zellprotoplasma, stellt also keinen Schleim dar. Die einzeln oder gruppenweise auftretenden Becherzellen der Karunkelepidermis sind demnach krankhafterweise degenerierte Zellen. Nun ist aber durch Green (8), Graefe (7), Ishikuro (11), Zietzschmann (23) u. a. einwandsfrei nachgewiesen

worden, daß die in der Conjunctiva vorkommenden Becherzellen absolut als physiologische Elemente zu betrachten sind, welche secernieren und ein mucinhaltiges Sekret liefern. Diesen Funden entsprechen auch die Resultate der neuesten Bearbeitung der Tränenkarunkel des Menschen, der durch Enslin. Enslin fand (an Hand eines erdrückenden Materials) in jedem Alter von der Geburt ab beim Menschen die Becherzellen in ziemlich reichlichen Mengen. Sie treten entweder einzeln oder in Gruppen auf, wie es ja schon Stieda angedeutet hat. Bei Häufung der Zellen ordnen sich diese Schleimbildner in schöner Reihe um ein zentrales, an die Oberfläche mündendes Lumen (entgegen Stieda) an. Auf diese Weise werden intraepitheliale, säckchenförmige Drüsen gebildet. Der Inhalt der Becherzellen ist typischer Schleim, der die charakteristischen Reaktionen gibt. Wenn man nun die einzeln auftretenden Becherzellen der Conjunctiva oder der Karunkel als einzellige Drüsen auffassen muß, so stellen die Enslinschen Säckchen die Urform von alveolären Drüsen dar, die in ihrer Entwicklung noch intraepithelial geblieben, also nicht in die Unterlage hinein gewuchert sind und somit einer bindegewebigen Hülle entbehren. Diese primitiven alveolären Schleimdrüsen des Epithels sind durch Enslin als das Charakteristikum der normalen Caruncula lacrimalis des Menschen für alle Zeiten festgenagelt worden.

Im Grundgewebe der Karunkel finden sich vereinzelte Pigmentzellen verstreut vor (Stieda, Enslin); es handelt sich um solche des lymphoiden Typus. Lymphzellen selbst sind insbesondere subepithelial anzutreffen, wo sie Enslin eine „adenoide Schicht" bildend beschreibt. Die Menge der Zellen ist Schwankungen unterworfen (Stieda).

Über den feineren Bau der Karunkelhaare spricht sich nur Enslin aus, wenn man davon absieht, daß der Lanugocharakter von anderen Autoren auch erwähnt wird. Sie sind in der Zahl von 4-6-12 anzutreffen, aber sehr fein und marklos; ihr Pigmentgehalt ist gering; die innere Wurzelscheide setzt sich deutlich aus der Henleschen und Huxleyschen Schicht zusammen. Der bindegewebige Haarbalg ist oft sehr stark entwickelt, er wurde einigemal bis zu 70 μ gemessen, während der Haarschaft nur 15 bis 20 μ Durchmesser zeigte. Die Haare entbehren des Arrector pili. Die zugehörigen Talgdrüsen sind aber mächtig ausgebildet; die weiten Ausführungsgänge der zu einem Haarbalg gehörenden Drüsen münden in einen weiten Haarbalgtrichter zusammen, den das Haar bei weitem nicht auszufüllen vermag. Das Haar erscheint so mehr als ein Anhängsel der Drüsen.

Aus all den Angaben geht für die Caruncula lacrimalis des Menschen folgendes hervor: Die normal gebaute Tränenkarunkel trägt eine kleinere

Anzahl äußerst feiner Haare vom Typus der Lanugohaare, denen ein Arrector pili fehlt. An diesen mit einer oft sehr gut entwickelten Balglage versehenen Haaren sitzen sehr große Talgdrüsen. Schweißdrüsen fehlen dem Organ. Das Oberflächenepithel ist ein geschichtetes Plattenepithel, das solitäre oder zu Gruppen (zu intraepithelialen Drüsen) vereinigte Becherzellen enthält. In der Tiefe der Karunkel (wie auch in deren oberen Schichten) sitzen eine bis vier charakteristische Drüsen, die dem Bau nach völlig der Tränendrüse gleichen, die akzessorischen Tränendrüsen des Organs. In das Grundgewebe finden sich spärlich pigmenttragende Zellen und ebenso auch in etwas wechselnder Menge lymphoide Elemente eingelagert.

Auch über den Bau der **Tränenkarunkel der Säugetiere** existieren Spezialabhandlungen; es sind das die Publikationen von Szakall (19) und O. Zietzschmann (23). Vereinzelt gehen auch die Lehrbücher der Anatomie der Haustiere auf diese Frage ein, jedoch sind diese Angaben meist mehr als mager; eine kurze, ziemlich vollständige Übersicht finden wir bei Bayer (1). Dem Menschen gegenüber fällt (mit Ausnahme des Schweines) die starke Pigmentation der Tierkarunkel sofort auf. Muskelfreie Haare und Talgdrüsen kommen allen Tieren zu, wenn auch die Haare des Schweines sehr spärlich und fein, die des Pferdes hingegen sehr grob erscheinen (Szakall); ob es sich auch um Lanugohaare wie beim Menschen handelt, wird nirgends gesagt. Die Talgdrüsen werden als an Haare gebunden beschrieben; groß sind sie beim Pferd und den Fleischfressern, sie nehmen beim Rinde an Mächtigkeit ab, noch mehr beim Schaf; und beim Schwein sind sie nur rudimentär ausgebildet (Szakall). Schweißdrüsen kommen dem Menschen gegenüber aber tatsächlich bei einigen Tierarten zur typischen Ausbildung. Während nach Szakall allerdings nur der Wiederkäuer und vor allem das Schwein Glandulae sudoriferae in der Karunkel enthalten — beim Schweine sind sie kolossal stark ausgebildet — fehlen solche nach Zietzschmanns Beobachtungen nur dem Hunde. Die Schweißdrüsen münden an die Oberfläche aus, nicht aber in Haarbälge. Bei Rind und Schaf sollen am Orte des Auftretens von Knäueldrüsen die Talgdrüsen fehlen, so daß manche Haare aller Haarbalgdrüsen entbehren (Schaf, Szakall). Die Angaben über die Muskulatur dieser Drüsen der einzelnen Tiere gehen etwas auseinander.

Ähnlich wie beim Menschen wird beim Hunde übereinstimmend durch Szakall und Zietzschmann eine Drüse erwähnt, die in Form einiger völlig isolierter Einzeldrüschen, mehr oder weniger in der Tiefe der Karunkel nachzuweisen ist. Szakall hält sie für eine seröse Drüse,

deren Alveolen merkwürdigerweise Muskelzellen besitzen sollen, er setzt sie, wie die Autoren der menschlichen Karunkel, der Tränendrüse gleich. Gegen diese Anschauung sprechen die Funde Zietzschmanns (p. 542): „Die fragliche Drüse des Hundes aber hat in den Endstücken Epithelzellen, welche deutlich die Charaktere der Schleimzellen haben. Wenn nun auch wie Hornickel (10) nachwies, die Tränendrüse des Hundes eine gemischte Drüse mit weiten und engen Endstücken ist, so kann doch die fragliche Drüse in der Karunkel nicht mit ihr verglichen werden; sie besitzt nämlich nur eine Art von Endstücken mit deutlichem, ziemlich weitem Lumen und Zellen ohne interzelluläre Sekretkapillaren, deren Zellleiber in der Gesamtheit deutliche Schleimreaktion geben und deren Kerne im sekretgefüllten Stadium platt an die basale Wand gedrückt sind, Eigenschaften, die den Zellen der Tränendrüse des Hundes fehlen, die auf Schleimfarben reagieren.“ Den andern Tieren scheint eine gleiche Drüse zu fehlen. Immerhin ist der Vollständigkeit halber hier zu erwähnen, daß Szakall beim Schwein an einzelnen Schweißdrüsen als Anhänge akzessorische Tränendrüsen beschreibt, die Zietzschmann zwar nicht hat finden können, die er aber in ähnlicher Ausbildung in einem Falle beim Pferd beobachtet hat.

Der epidermale Überzug der Tierkarunkel ist allgemein durch ein mehrschichtiges Plattenepithel gebildet. Dasselbe birgt nach Szakall beim Schweine viele, beim Hunde in beschränkterem Maße und mehr zufällig Becherzellen, während Zietzschmann sie beim Hunde ziemlich gehäuft antraf und auch beim Pferd vereinzelte Schleimbildner nachweisen konnte; beim Hunde konnten ähnliche „Drüsenbildungen“ nachgewiesen werden, wie sie Enslin für den Menschen beschrieben hat. Bei der Katze sollen Becherzellen fehlen (Szakall), bei Hund und Schwein halten sie sich auffallend an Schleimhautvertiefungen; nach Szakall bilden sie beim Schwein nicht selten einen zusammenhängenden Oberflächenbelag. Er ist allerdings geneigt, die Becherzellen als pathologisch zu betrachten; immerhin läßt er die Frage einigermaßen offen. Lymphoide Einlagerungen werden im Stroma der Karunkel bei allen Tieren erwähnt, sie häufen sich gern zu kleinen Lymphfollikeln an, die bei Hund, Rind und Pferd besonders deutlich sind. Darauf, daß unter den Lymphzellen auch eosinophile vorkommen, hat Zietzschmann (23) aufmerksam gemacht.

Durch Gegenüberstellung der Literatur über die Tränenkarunkel vom Menschen und die der Säugetiere ergeben sich einige prinzipielle Punkte, in denen die Organe einzelner Spezies übereinstimmen, in anderen unterscheiden sie sich dagegen grundsätzlich. Wenn nun die Karunkel des Menschen heute nach jeder Richtung hin einwandsfrei untersucht worden

ist, so daß man zu einem endgültigen Resultat gelangt sein dürfte, so können wir das von den Haussäugern noch lange nicht sagen. Die Angaben der beiden oben genannten Autoren widersprechen sich noch in verschiedenen und zum Teil auch recht wesentlichen Punkten. Auch fehlen Vergleiche mit den neuesten Funden beim Menschen von Enslin, Vergleiche, die auf exakten, auf aus einer größeren Reihe von systematisch durchgeführten Untersuchungen gewonnenen Resultaten basieren. Die Tränenkarunkel ist interessant genug; genaue Kenntnisse ihres Aufbaues können zur Lösung verschiedener Probleme beitragen helfen. Um aber allen hier auftauchenden Fragen gerecht werden zu können, habe ich mich auf die Untersuchung der Tränenkarunkel einiger Karnivoren (Hund, Fuchs, Katze) beschränkt. Ich kann im nachfolgenden also nur einen Anfang zur Lösung aller oben angeschnittenen Fragen machen. Die Untersuchungen müssen gruppenweise fortgesetzt werden, und es wäre zu wünschen, daß das kleine Organ an einer recht großen Zahl von Tierarten bekannt würde. Erst dann kann man von einem Baue der Tränenkarunkel der Säugetiere sprechen.

Material und Technik.

Das Material, das ich zu meinen Untersuchungen verwendete, stammte immer von eben getöteten absolut gesunden Hunden und Katzen; es wurde sofort in 4 prozentigen Formalin-Alkohol eingelegt. Nachher kamen die Präparate für 24 Stunden in 90 prozentigen und schließlich in 95 prozentigen Alkohol und blieben dann dort bis zu ihrer weiteren Verwertung. Den Schluß dieses Härtungsprozesses bildete endlich absoluter Alkohol, der ebenfalls 24 Stunden auf die Präparate einwirkte.

Zum Einbetten kamen die Karunkeln, nachdem ihr makroskopischer Bau niedergeschrieben worden war, zuerst in Chloroform, je nach der Größe einhalb bis eine Stunde, dann eine bis zwei Stunden in Chloroformparaffin und endlich wieder einhalb bis eine Stunde in reines Paraffin. Die Behandlung des Materials in dieser Art ging im Thermostaten bei einer Temperatur von 56° vor sich. In Paraffinblöcke eingeschmolzen kamen die Präparate dann zum Schneiden, und zwar legte ich Serienschnitte an in einer Dicke von 8 bis 10 μ. Die Schnittrichtung ging abwechslungsweise bei der einen Karunkel parallel der Lidöffnung, bei der andern senkrecht dazu. Im heißen Wasser wurden sie ausgebreitet, auf den Objektträger aufgezogen und, um ein Ablösen während der weiteren Behandlung möglichst zu verhindern, wurden sie sofort, nachdem sie getrocknet waren, mit dünnem Celloidin überzogen.

Als Kernfärbungsmittel diente mir Hämalaun nach P. Mayer, das immer ca. 12 Stunden auf die Schnitte einwirkte; als Kontrastfärbung benutzte ich Eosin, das ich in dünner Lösung längere Zeit (mehrere Stunden) einwirken ließ.

Um die Schleimreaktion in den Becherzellen und in der akzessorischen Tränendrüse nachweisen zu können, wendete ich spezifische Färbungen an, und zwar dienten dazu als Färbemittel:

Mucikarmin, Toluidin und
Muchämatein, Bismarckbraun.

Hierbei ergab namentlich Mucikarmin sehr schöne Bilder. Die hochrot und präzis gefärbten Schleimpfröpfe stechen geradezu aus dem Epithel hervor, während dies bei den Färbungen mit Muchämatein, Toluidin und Bismarckbraun nicht so ausgesprochen ist. Mit Heidenhains Eisenalaun-Hämatoxylin wurde auf Kittleisten untersucht; die Methode wandte ich in der üblichen Weise an. Elastisches Gewebe wurde mit Resorcin-Fuchsin tingiert. Endlich färbte ich nach van Gieson, um besser feststellen zu können, ob Haarbalgmuskeln in der Tränenkarunkel ausgebildet sind.

I. Hund. Grobe Anatomie der Tränenkarunkel.

Als Tränenkarunkel bezeichnet man ein im medialen Augenwinkel gelegenes, kleines Gebilde, das der Conjunctiva aufsitzt und sich leicht über dieselbe erhebt. Früher wurde es allgemein als ein losgesprengtes oder losgelöstes Hautstück bezeichnet, während in neuerer Zeit dagegen Stellung genommen worden ist (z. B. Enslin). Die Tränenkarunkel ist nicht nur gut sichtbar wegen der Erhebung über die Conjunctiva, denn diese ist oft sehr minim, sondern vielmehr wegen der immer vorhandenen, mehr oder weniger intensiven Pigmentation. Nach meinen Beobachtungen weist die Karunkel beim Hunde immer dieselbe Pigmentation auf wie sie an den Lidrändern besteht. Das gibt also ungefähr Variationen zwischen graubraun und dunkelbraun oder schwarz. Im übrigen ist es leicht verständlich, daß dieses Gebilde als ein Teil der äußeren Haut angesprochen wurde, denn schon von bloßem Auge oder doch mit der Lupe lassen sich in vielen Fällen Haare beobachten. Aber immer sind es nur vereinzelte, die dadurch, daß sie sich gegen die Brücke hin konzentrieren, dort besser sichtbar werden. Im allgemeinen handelt es sich um kleinere, feine Haare, die analog den Haaren der Umgebung Richtung gegen den Lidwinkel nehmen und gegen diesen geneigt sind. Unterziehen wir das ganze Gebilde einer genaueren, makroskopischen Untersuchung, so können

wir deutlich zwei Teile unterscheiden. Es sind das der Karunkelkörper und ein schmales, vom Körper gegen den Lidwinkel verlaufendes Verbindungsstück, das wir in der Folge der Kürze halber als Brücke bezeichnen wollen. Diese Brücke stellt einen Damm dar zwischen Lidwinkel und Karunkel und ist zu beiden Seiten von je einer Furche begrenzt, die allerdings auch seitlich der Karunkel verläuft, hier aber besonders tief ist. Namentlich auf diesem Verbindungsstück konzentrieren sich die Haare mit Vorliebe, kommen aber auch vereinzelt auf dem Karunkelkörper vor. Gegen den Bulbus zu geht die Brücke unvermerkt in den Karunkelkörper über, der bedeutend breiter ist. Die Form der Karunkel wechselt bei verschiedenen Individuen, ja sogar beim selben Tier an beiden Augen. Deshalb ist es auch schwer eine zutreffende Beschreibung von der Gestalt im ganzen zu geben. Der senkrechte Durchmesser schwankt zwischen 3 und 5 mm, der horizontale (samt Brücke) zwischen 2 und 4 mm beim Hunde. Beim Hunde habe ich vorwiegend Tränenkarunkeln gefunden mit Dreiecks- oder Keilform, die Spitze gegen den Lidwinkel, die Basis gegen den Bulbus hin. Jedoch ist die Form wegen ungenauer Begrenzung nicht immer so deutlich ausgesprochen; Abweichungen sind zur Genüge zu finden. So z. B. trifft man (quasi als Überrest der Dreiecks- oder Keilform) die bulbusseitige Basis eingedellt, so daß von der Brücke aus zwei pigmentierte Schenkel divergierend auseinanderlaufen, um schließlich in der Conjunctiva zu verstreichen. Oder aber der Karunkelkörper stellt einen Wall dar, mit senkrecht zur Lidöffnung gestellter Längsachse, in diesem Falle kann die Brücke mit irgend einer beliebigen Stelle des Wulstes in Verbindung treten. Und endlich gibt es noch Karunkeln, die einer kreisförmig umschriebenen, beetartigen Erhebung gleichen, oder solche, die sich überhaupt nicht in ein System einzwingen lassen.

Feinerer Bau der Tränenkarunkel.

Der Aufbau der Tränenkarunkel ist ein ziemlich einfacher. Da das Organ genetisch sich von der Haut ableitet, so steht die Möglichkeit offen, ihre Unterschichten als Epidermis und Corium, als Oberhaut und Lederhaut der Karunkel, zu bezeichnen. Um aber in dieser Richtung betreffs der Deutung nicht vorzugreifen, will ich hier indifferent von Epithel und bindegewebigem Grundstock oder Propia reden. Eine besondere, der Submucosa einer Schleimhaut oder der Subcutis gleichzusetzende Schicht als Unterlage für unser Organ, kann man kaum abgrenzen. Die Haare und Drüsen senken sich einfach in das bindegewebige Lager ein.

1. Das Oberflächenepithel.

Bei der Beschreibung des Oberflächenepithels haben wir streng zwischen Epithel der Brücke und demjenigen der eigentlichen Karunkel zu unterscheiden. Der Bau des Epithels dieser beiden Zonen ist deutlich verschieden. Selbstverständlich besteht zwischen beiden Regionen keine scharfe Grenze, vielmehr ist ein ganz allmählicher Übergang zu konstatieren.

Die Brücke stellt bekanntlich den Übergang von der echten Haut zur Tränenkarunkel dar und dementsprechend ist auch ihr Epithel beschaffen, d. h. nach und nach ist eine Umwandlung des Epithels der äußeren Haut in das der Tränenkarunkel bemerkbar. Es handelt sich an der Brücke um ein relativ hohes, mehrschichtiges Plattenepithel, wie man es zu finden gewohnt ist an Stellen, wo die äußere Haut in eine Schleimhaut überzugehen sich anschickt, also nur spärliche Haare noch trägt, wie das etwa auch im Nasenvorhof der Fall ist. Das etwa 8-, 10-, 12 schichtige Epithel sitzt einem sehr hohen, aber relativ unregelmäßigen Papillarkörper auf und enthält in den tiefen Schichten ziemlich reichlich körniges Pigment eingelagert, was in Figur 1 in der rechten Hälfte noch sichtbar ist. Auf die tiefen, aus vollsaftigen Zellen bestehenden Lagen folgen ohne Vermittlung eines Strat. granulosum 2 bis 3 Lagen stark abgeplatteter Zellen, die trotz ziemlich deutlicher Eosinophilie noch alle den platten Kern tragen. Nur im Bereiche von Haarbalgtrichtern ändert sich das Verhalten derart, daß auf etwa 2 Zellagen ausgedehnt zwischen die beiden Hauptschichten (Strat. germinat. und corneum) ein schönes Strat. granulosum mit feineren und gröberen basophilen Granula sich einschiebt. Dort findet sich dann auch eine echte Verhornung mit völligem Verlust der Kerne in den obersten Lagen. Im übrigen ist nichts Besonderes an diesem Epithel zu bemerken, als das, daß es gegen den Karunkelkörper hin die eosinophile Oberlage immer mehr verliert, bis schließlich ein mehrschichtiges polygonales Epithel entstanden ist; und diesem sind dann die unten näher zu besprechenden Becherzellen eingelagert (Fig. 1). Diese Umwandlung der einen in die andere Epithelart erfolgt in der Richtung von der Brücke zum Karunkelkörper nicht gleichmäßig; vielmehr beginnt sie von den die Brücke an beiden Seiten begrenzenden Gräben aus — die selbst ja Conjunctivalepithel tragen — schon etwa in der Mitte der Länge der Brücke. Von hier aus drängen sich unter Verlust der eigentlichen Plattenform die obersten Lagen Becherzellen gegen die Mittelachse unseres Organes allmählich vor. So wird die mit echtem Plattenepithel bedeckte Zone gegen die Karunkel hin von beiden Seiten her (vom oberen

wie unteren Lide) immer mehr eingeengt, bis schließlich etwa in der Mitte des Karunkelkörpers die beiden Becherzellen tragenden Zonen einander erreichen. So ist also das Epithel des Gesamtorganes kein ein-

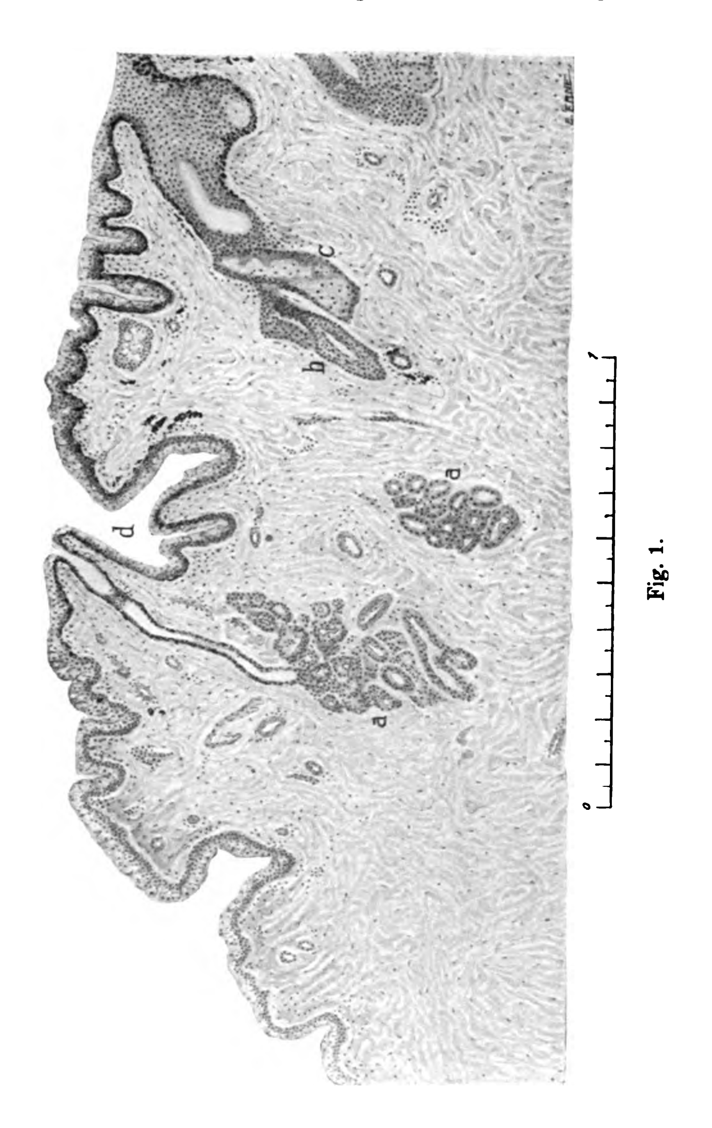


Fig. 1.

heitliches. Und da außerdem die Zahl der Becherzellen in der Zone des mehrschichtigen, polygonalen Epithels schwankt, so wechselt auch das Bild dieser schleimbildenden Epithelfläche in nicht unbeträchtlicher Weise bei den einzelnen Individuen. Im Bereiche des polygonalen Epithels

schwankt die Zahl der Zellschichten ebenfalls in auffallender Weise. Man kann 4 bis 7 Schichten unterscheiden, von denen meist nur die basale Lage noch intensivere Pigmentation zeigt. In den darüber gelegenen Schichten findet sich nur vereinzelt etwas Pigment in viel spärlicherer Konzentration. Mit der Entfernung von der Brücke nimmt die Intensität der Pigmentation weiter ab; früher oder später fehlt dann jedes Pigment. Mit dem Auftreten des polygonalen Epithels verschwindet der Papillarkörper; das Epithel sitzt dann, abgesehen von Oberflächeeinsenkungen usw. einer geraden Grundlinie auf.

Über die Entstehung der Becherzellen haben uns Arbeiten von verschiedenen Autoren die Grundlage gegeben. Es steht außer allem Zweifel, daß sie sich nicht als Becherzellen fortpflanzen, sondern daß sie aus den indifferenten protoplasmatischen Zellen des Oberflächenepithels dadurch sich herausbilden, daß diese in ihrem Zelleib aktiv Mucin produzieren. Die Bildung eines hellen Hofes leitet den Vorgang ein, dieser wird allmählich größer, Schleimgranula treten auf, schließlich wird der Kern dann flach gedrückt und gegen die Zellmembran hin verschoben. Auf diese Weise wird endlich die ganze Zelle hell; ihr Umfang vermehrt sich durch Quellung des Inhaltes und schließlich nimmt sie die typische, oben schon geschilderte Form an. Zunächst liegen diese Zellen alle in der tieferen Schicht des Strat. germinativum; allmählich werden sie dann in und mit dem Epithel zur Oberfläche vorgeschoben, wo sie zum Schluß ein Stoma ausbilden.

Schon bei makroskopischer Betrachtung oder doch bei Anwendung einer Lupe erkennt man, daß das Epithel die Karunkel nicht als spiegelglatte Decke überzieht, sondern daß eine Unmenge von seichten Furchen oder Falten sich über die Oberfläche verteilt. Diese Furchen, die schon von Szakall als für die Tränenkarunkel des Hundes charakteristisch beschrieben worden sind, zeigen ganz verschiedene Tiefe und lassen im Querschnitte eine ziemlich variable Gestalt erkennen. Einfache und verzweigte, tiefe und weniger tiefe kommen nebeneinander vor. Immerhin ist ein auffallender Unterschied zwischen den Falten der Brücke und denjenigen der Karunkel zu konstatieren, indem letztere durchschnittlich bedeutend tiefer und mehr verzweigt sind als erstere. Gerade diese Furchen sind es, die vom Lidwinkel her zuerst Becherzellen in sich bergen, anfänglich allerdings nur spärlich, doch nehmen sie rasch an Zahl zu, wobei besonders die Basis der Falten durch kolossalen Reichtum ausgezeichnet ist; das deckt sich völlig mit den Funden Zietzschmanns an der Conjunctiva des Hundes. Schließlich breiten sich die Becherzellen im Epithel überhaupt aus und werden oft so zahlreich, daß sie mehr oder weniger zusammen-

hängende Lager bilden. Übrigens ist die Zahl der Becherzellen ziemlich beträchtlichen individuellen Schwankungen unterworfen.

Der Übergang des mehrschichtigen Plattenepithels der äußeren Decke in das becherzellentragende polygonale Epithel der eigentlichen Karunkel liegt demnach im Bereiche von Brücke und Karunkel selbst. Genau so wie hier eine schroffe Grenze nicht zu verzeichnen ist, vielmehr die eine Form allmählich in die andere hinüberfließt, genau so steht es auch mit dem Übergang dieses polygonalen Epithels der Karunkel in das an Becherzellen reiche etwa dreischichtige Zylinderepithel der benachbarten Conjunctiva, über dessen genaueres Verhalten uns die Untersuchungen Zietzschmanns Aufschluß geben.

Die Hauptform dieser schleimbildenden Zellen ist, wie ihr Name „Becherzellen" andeutet, ungefähr becherartig. Sicher aber verändern sie ihre Gestalt nach äußeren Verhältnissen je nach dem bestehenden Drucke. Deshalb beobachtet man eiförmige neben mehr halbmondförmigen, dann solche von der Gestalt einer Flasche mit einem Hals nach der freien Oberfläche gerichtet und endlich solche mit einem basal schauenden Fortsatz, gewissermaßen mit einem Fuße, in den dann der Kern eingekeilt erscheint. Überhaupt hat dieser das Bestreben, möglichst weit basal in der Zelle zu liegen. Gewöhnlich ist er in Sichel- oder Halbmondform der Zellmembran angeschmiegt zu finden. Zu erkennen sind die Becherzellen zwischen den anderen, protoplasmatischen Zellen an ihrer Form, an ihrem hellen, fast durchsichtigen Inhalt von schaumiger Beschaffenheit und an der scharf konturierten Zellmembran, der Theca. Zweck dieser Becherzellen ist, Schleim zu produzieren und diesen an die freie Oberfläche abzusetzen. Diejenigen Zellen, die an die Oberfläche gelangt sind, schmelzen die sie allseitig umschließende Theca am freiliegenden Pole ein und bilden so eine feine Öffnung — Stoma —, durch das sie das angesammelte Sekret entleeren. Da nun aber die Becherzellen aus den protoplasmatischen Elementen bereits in den tiefern Schichten sich allmählich herausbilden — durch fortschreitendes Ausarbeiten von Mucin aus den Bestandteilen des Zellprotoplasma und durch Differenzierung der Hülle — so machen diese Zellen während dieser Zeit ihrer Umwandlung wie alle Zellen des mehrschichtigen Plattenepithels und seiner Abkömmlinge eine Wanderung von der Tiefe zur Oberfläche durch. Das Stoma der Becherzellen entsteht naturgemäß erst, nachdem das Ziel der Ortsverschiebung erreicht ist. Aber einmal angekommen, kann die Sekretabgabe beginnen. Diese dauert eine gewisse Zeit lang fort, bis schließlich, wie das ja von jeder Zelle her bekannt ist, auch sie unter Zerfall ihrer Einzelteile zugrunde geht. Auf alle Fälle ist als sicher anzunehmen, daß nicht sofort

mit der Bildung des Stoma die Zelle sich einfach entleert und zerfällt. Das sezernierende Element ist von längerem Bestande. Der Defekt, der durch den schließlichen Zerfall solcher Zellen entsteht, wird allmählich durch Vorrücken anderer Zellen aus der Tiefe wieder ausgefüllt.

In bezug auf die Häufigkeit des Vorkommens der Becherzellen im Oberflächenepithel habe ich sehr große Schwankungen feststellen können. Zwischen zwei Extremen finden sich alle Übergänge. Bei dem einen Extrem kommen die Becherelemente nur so spärlich vor, daß die protoplasmatischen Zellen nach Zahl gewaltig dominieren, während die Becherzellen hauptsächlich auf die Falten beschränkt bleiben und nur vereinzelt in dem Epithel der freien Oberfläche der Karunkel zu finden sind. Im anderen Extrem treten die Becherzellen in enorm großer Zahl auf, so daß sie den übrigen Zellen gegenüber das Bild beherrschen. In solchen Fällen gruppieren sich dann die Becher ganz gleich wie beim Menschen (Enslin) zu besonderen Hohlorganen von Ei- oder Kugelform, wie es schon Zietzschmann kurz erwähnt hat. Im Schnitt erscheinen dann die Becherzellen innerhalb der Epitheldecke derart an die Peripherie einer Ellipse oder eines Kreises gedrängt, daß sie einen gemeinsamen Hohlraum begrenzen; dieser setzt sich bis zur Oberfläche fort, indem über dem Becherorgan meist protoplasmatische Zellen einen Gang begrenzen. In den Hohlraum ergießen die Becherzellen ihr Sekret; der intraepitheliale Gang darüber stellt den Ausführungsgang dar. So kommt es also innerhalb des Oberflächenepithels der Tränenkarunkel des Hundes auch zur Bildung von wirklichen Drüsen, zur Bildung von intraepithelialen Drüsen (Fig. 2). Diese Gebilde sind ja, wie oben dargelegt wurde, beim Menschen von Enslin zuerst als normale und regelmäßig vorkommende Elemente beschrieben worden. Enslin spricht sich ganz entschieden dafür aus, daß es sich um echte Drüsen handle. Er betrachtet die solitären Becherzellen mit anderen Autoren als einzellige Drüsen. Die gedachte Gruppierung aber um einen zentralen Gang, der an die Oberfläche führt, diese Spezialorientierung innerhalb der Epitheldecke, erscheint ihm als ein Anfangsstadium der Bildung einer mehrzelligen Drüse, die in ihrer Entfaltung aus dem mehrschichtigen Epithel noch nicht über die Epitheldecke herausgekommen ist. Erst wenn sie ihr Zellmaterial auch in die mesenchymatöse Unterlage vorgeschoben hat, bekommt sie einen selbständigen Charakter gegenüber der Umgebung, und erst damit erhält sie mit der Zutat einer bindegewebigen Hülle alle die Eigenschaften, die wir gewöhnlich von einer „Drüse“ verlangen. Mit Recht bezeichnet Enslin also die von ihm zuerst genau beschriebenen intraepithelialen Bildungen als primitive Drüsen. Wenn Stieda sich in seiner

Abhandlung ablehnend verhält — „Daß dies keine Drüsen sind, liegt auf der Hand; sie haben keine bindegewebige Wand, kein Lumen, sondern sind allseitig eingeschlossen von den mannigfach gestalteten Epithelzellen“ —, so erklärt sich das einesteils daraus, daß er die Becherzellen überhaupt beim Menschen für krankhafte Erscheinungen im Karunkelepithel hält. Auf der anderen Seite ist ja seine Annahme, daß ein Lumen diesen Anhäufungen abgehe, durch Enslin endgültig widerlegt. Schließlich ist auch der Schritt von den „drüsenähnlichen Bildungen“ Stiedas

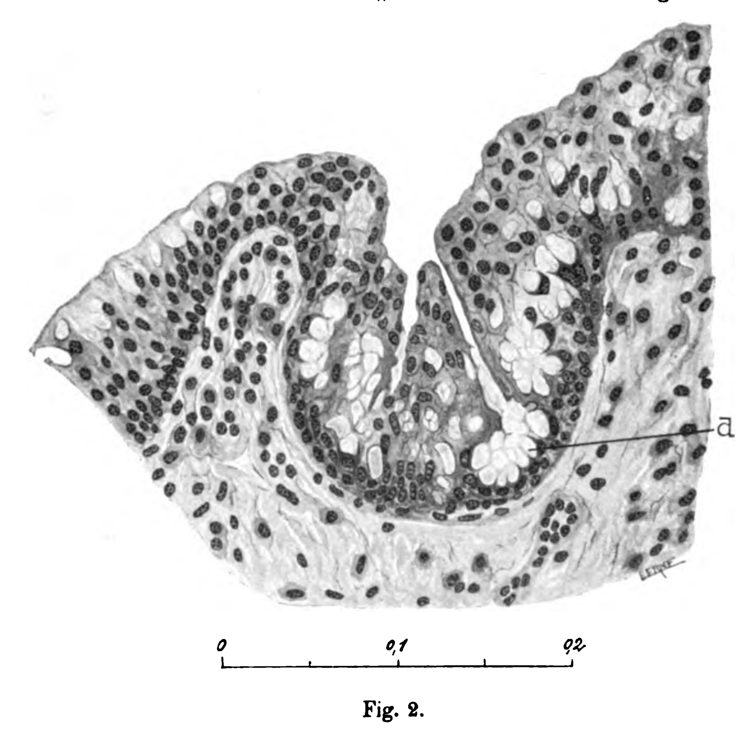


Fig. 2.

nicht mehr groß zur echten Drüse, nachdem alle Einzelheiten durch Enslin nun an den Tag gebracht worden sind.

Beim Hunde lassen sich also die gleichen Bilder wie beim Menschen beobachten. Jedoch sei hervorgehoben, daß solche um ein Lumen gruppierte und intraepithelial gelegene Anhäufungen von Becherzellen nicht bei allen 10 von mir untersuchten Tieren gefunden werden konnten. Zur Bildung solcher primitiver Drüsen kommt es nur in den Fällen, die sich durch besonderen Reichtum an Becherzellen auszeichnen. Ich habe sie nur in zwei Karunkeln vom Hunde beobachten können, aber hier in solch kolossal großer Zahl, daß die solitären Becherzellen in den Hintergrund traten.

2. Die Haare.

Wie wir gesehen haben, ließen sich in jeder Karunkel schon makroskopisch vereinzelte Haare nachweisen. Im mikroskopischen Bilde wird ihre Zahl allerdings wesentlich höher, und zwar nicht nur auf der Brücke allein, sondern auch in der der Brücke benachbarten Hälfte des Karunkelkörpers. In den Schnitten, die parallel der Lidöffnung geführt sind, läßt sich die Verteilung der Haare sehr schön verfolgen. Da sehen wir, wie im Gebiete der Brücke eine ziemlich gleichmäßige Anordnung zu beobachten ist; sogar noch bei Beginn der Karunkel treten sie noch einigermaßen regelmäßig auf; dann aber nimmt die Zahl der Haare ab und etwa in der Mitte des Wulstes beginnt die haarfreie Zone. Diese Verhältnisse habe ich überall, in sämtlichen Karunkeln, gefunden. Eine absolut scharfe Grenze konnte natürlich nicht für alle Fälle gezogen werden, aber im großen herrscht doch Übereinstimmung. Wie schon oben angedeutet wurde, stehen die Haare derart schief in der Karunkel und Brücke, daß der freie Schaft, nasal gerichtet, horizontal der Oberfläche sich auflegt. Das Wurzelende des Haares liegt also in jedem Falle augapfelwärts. Die Schnittserien lehren aber, daß die Verhältnisse nicht so einfach sind; vielmehr zeigen sie, daß die Haare an der oberen und unteren Begrenzung von Brücke und Karunkel sich derart von der Horizontalen entfernen, daß deren Wurzeln nach oben, beziehungsweise unten abbiegend sich unter dem Grenzgraben hinweg in das Gebiet der eigentlichen Conjunctiva hineinschieben. Auch die Zahl der Haare suchte ich festzustellen, indem ich sie in sämtlichen Serien zählte. Daß das eine leichte Aufgabe nicht war, ist wohl ersichtlich, insbesondere wenn man bedenkt, daß in jeder Karunkel bei der gewählten Schnittrichtung sämtliche Haare schief oder gar fast quer getroffen waren. Daß die Zahl in den Einzelfällen schwankte, war vorauszusehen. Ich habe in den 18 mikrotomierten Karunkeln die Zahl der Haare auf 19 bis 28 feststellen können, es sind also beim Hunde doch wesentlich mehr vorhanden als beim Menschen. Bei diesen Zahlen sind die Haare der Brücke mit inbegriffen, Auf absolute Genauigkeit können diese Zahlen naturgemäß einen Anspruch nicht machen, da die Brücke in nasaler Richtung gegen die umgebende Haut keine scharfe Grenze zeigt. Der mikroskopische Bau der Haare in Karunkel und Brücke zeigt manches Auffallende. Es ist merkwürdig, daß bis heute noch niemand auf die Eigentümlichkeit dieser Haare hingewiesen hat; sie erinnern in mancher Beziehung an Verhältnisse beim Menschen, wie sie Enslin kurz angedeutet hat. Es ist nämlich interessant zu beobachten, wie die Haare unseres Hautbezirks

ohne Ausnahme eine eigentümliche, homogene Umhüllung besitzen, die von der Gegend der Haarpapille hinaufreicht bis zur Einmündung der Talgdrüsen und ungefähr in der Mitte dieser Partie am stärksten ist. Es handelt sich, wie der erste Blick lehrt, um eine spezifische Umwandlung der Haarbalglage. Verfolgen wir diese Schicht von Anfang an, so können wir beobachten, daß ganz am Grunde in der Höhe der sehr wenig ausgebildeten Papille sich zahlreiche Bindegewebsfasern in zirkulärer Anordnung um die Haarwurzel herumlegen, zuerst noch locker, in ihrem Verlaufe gewellt, allmählich aber werden sie straffer und kommen näher zusammen zu liegen, bis sie ganz eng gedrängt sind. Zwischen den Fasern finden sich zunächst auch die typischen Kerne der eng sich einschmiegenden Bindegewebszellen. Außen herum fügen sich in der Richtung gegen die Talgdrüsen fortschreitend immer neue Fasern der Balglage zu, die das Aussehen der tiefer liegenden Fasermassen aufweisen (losere Anordnung mit zwischenliegenden Zellen); die inneren Lagen aber werden immer dichter zusammengepreßt. Hat diese gesamte Balglage einmal eine bestimmte Dicke erreicht, so sehen wir, wie in der Innenzone die Zellen mit ihren Kernen verschwinden, und je näher wir den Balgdrüsen kommen, um so mehr breitet sich diese kernfreie Zone peripher aus, bis schließlich unter vollständiger Verschmelzung der konzentrischen Fasermassen eine einheitliche, homogene Schicht von ganz ansehnlicher Dicke entsteht. Ungefähr in der Mitte zwischen Papille und Talgdrüsenmündung erreicht sie ihr Maximum; jenseits der Mitte nimmt die Dicke dieser Schicht rasch wieder ab, daß man in der Höhe der gedachten Mündungen nur wieder loses Propriagewebe ohne spezifische Anordnung zum Haarbalg beobachten kann. Der Lage und dem Baue nach ist diese Hülle also identisch mit der inneren Balglage des Haares; sie hat hier an den Haaren der Hundekarunkel einen typischen Charakter angenommen, wie ich ihn in der Literatur noch nirgends beschrieben gefunden habe. Enslin erwähnt leider nichts über den feineren Bau dieser Balghülle beim Menschen; er weist nur auf den außerordentlich hohen Durchmesser hin. In Stiedas Bild eines Totalschnittes durch die Karunkel des Menschen sind die Haarbälge nur bis zur Höhe der Talgdrüsen dargestellt, so daß man sich auch dort keinen Aufschluß holen kann. Die Karunkelhaare selbst sind beim Hunde auffallend fein, soweit sie überhaupt über das Niveau der Epithelbekleidung hervorragen. Auch im Falle einer Verkümmerung des Haares (s. unten) ist die Balglage in der eben geschilderten, charakteristischen Weise verändert; auf die Ausbildung von Talgdrüsen übt die mehr oder weniger weit vorgeschrittene Verkümmerung der Haare gar keinen Einfluß aus.

Verfolgt man die Haare der Brücke in nasaler Richtung weiter, so bemerkt man, daß mit dem Dickerwerden der Haarwurzeln allmählich diese spezifisch umgewandelte Balglage an Mächtigkeit verliert. Jenseits der Brücke — in der eigentlichen Haut der Commissura nasalis der Lider — verliert sich diese Eigentümlichkeit schließlich vollständig.

Wie schon mehrfach betont wurde, sind die Haare der Karunkel, aber auch die der Brücke, beim Hunde insgesamt als Lanugohaare ausgebildet, d. h. es handelt sich durch die Bank um sehr feine Härchen, denen ein Markzylinder fehlt. Da wir sogleich aber außer diesen mit einem freien Schaft versehenen Haaren mehr oder weniger weit zurückgebildete Exemplare kennen lernen werden, so sollen diese voll entwickelten Lanugohaare als Haare des I. Typus zunächst beschrieben werden.

Die Haare des I. Typus sitzen einer nur minimal ausgebildeten Papille auf. In den Zellen des Bulbus findet sich regelmäßig Pigment, teils in Form rundlicher Haufen, teils zierlich verästelte Formen bildend. Über der Papille entfaltet sich aus den Zellen des Haarbulbus in ähnlicher, wenn auch etwas primitiverer Weise, wie es Branca (2) so treffend geschildert hat, das als einfacher Epithelzylinder imponierende Haar mit einer Epidermicula (Cuticula) und die aus Epidermicula, Huxley- und Henlescher Schicht bestehende innere Wurzelscheide. Haar und Wurzelscheide wachsen bekanntlich aus der Tiefe empor, die letztere derart, als hohle Säule, daß aus dem tieferen, aus vollsaftigen Zellen bestehenden Lager zwei konzentrisch um das Haar sich anlegende Zellschichten sich heraussondern, die gegen die Haarspitze hin je durch ein granuliertes Zellstadium hindurch in den verhornten Zustand treten. Genau wie bei Branca zeigen auch die Härchen der Hundekarunkel, daß die Zellen der äußeren Lage — der Henleschen Schicht — rascher keratinisieren, als die der Huxleyschen. Schließlich wandeln sich die Zellen in beiden Lagen gegen die Talgdrüsen hin in kernfreie Hornschüppchen um, die allerdings basophil erscheinen. Die Granula der Zwischenzone sind eosinophile Trichohyalinkörnchen. Die Zellen der Epidermicula der Wurzelscheide und des Haares gehen unmerklich aus den tieferen polygonalen Kernlagen hervor, indem sie sich in beiden Lagen zu Platten umwandeln, die zu je einer einfachen Schicht zusammengeschlossen das Haar umgeben. Ein Stück weit erhalten sich in beiden Lagen noch die Kerne, und zwar etwa bis zu einer Höhe, in der auch die Kerne der Haarzellen spärlicher werden, in der die Henleschen Zellen bereits vollständig keratinisiert sind, während die Huxleyschen Elemente noch grobe Granula enthalten; in derselben Höhe ist die Balglage bereits bis zur halben Dicke homogenisiert; wir befinden

uns hier also noch ein ganzes Stück unter den Talgdrüsen. In den Zellen der Epidermiculae lassen sich bei der Umwandlung in Hornplatten Protoplasmastrukturen nicht nachweisen. Die Elemente der inneren Wurzelscheide reichen bis nahe an die Haarbalgdrüsenmündungen heran, wo sie sich in Form von Schollen in die Haarbalghöhle abblättern. Die Zellen des Haares endlich sind in den Querschnittbildern bis zur eben erwähnten Höhe vollständig gleichmäßig unter sich verteilt. Sie besitzen polygonale Formen und lassen etwa in gleicher Höhe das vorher feinkörnig getrübte, eosinophile Protoplasma heller werden. Ohne Vermittlung irgendwelches Granulationsstadiums läuft im weiteren eine völlige Homogenisierung des Zelleibes ab, während die Kerne allmählich schwinden. Und so ist denn (bis nach totaler Keratinisation in beiden Schichten der inneren Wurzelscheide) das Haar ein vollkommen homogener Hornzylinder geworden, der nun auch gleichzeitig die ersten Spuren von Körnchenpigment erkennen läßt. Mit Annäherung an die Talgdrüsen nehmen diese Pigmentkügelchen an Zahl ein wenig zu; in der Gegend des Hinauftretens zwischen diese Drüsen wird die Pigmentation eine etwas dichtere; bis hinauf zum freien Schafte bleibt sich die Intensität dann gleich. Selbstverständlich ist der Grad der Pigmentation in den einzelnen Haaren ein etwas verschiedener. Die Zellen der äußeren Wurzelscheide, die oben am Bulbus durch eine einfache Lage wenig hoher Elemente repräsentiert werden, wachsen allmählich in der bekannten Weise, gegen die Oberfläche fortschreitend, zu 3 bis 4 Schichten polygonaler Elemente an, unter denen nur die der Basallage zylindrische Formen zeigen; so hat auch das Gesamthaar in dieser Gegend einen nicht unbeträchtlich größeren Querdurchmesser als im Bereiche der Papille selbst. Das schmale Papillenende der Haare läßt merkwürdige Anhänge erkennen, die im Querschnitt als hornartig gebogene Epithelauswüchse erscheinen. Nähert man sich den Talgdrüsen, so zeigt die epitheliale äußere Wurzelscheide abermals regelmäßig einen oder zwei charakteristische Auswüchse — Verdickungen — von mehr Leistenform. In den Schnitten häufen sich an solchen Stellen die Zellen der äußeren Wurzelscheide bis gegen 10 und mehr Lagen. Bald sind diese Verdickungen, die in gewissem Sinne an die sekundären Haarkeime Stiedas erinnern, wieder verschwunden, und nun beginnen die Zellen der Innenlagen der äußeren Wurzelscheide sich abzuflachen, so daß die eigentliche Verhornung der äußeren Wurzelscheide von dem Haarbalgtrichter aus bis über die Drüsenmündungen hinaus in die Tiefe dringt. Oberhalb der Mündungen — also im eigentlichen Haarbalgtrichter — gleicht dann das Epithel dem der Oberfläche, sobald es sich um Haare aus der Brücke handelt, d. h. es ist zu einem etwa

10 schichtigen Plattenepithel umgewandelt, das in den basalen Schichten pigmentiert ist und einem ungleichmäßigen Papillarkörper aufsitzt. Und die verhornenden Zellen machen ein sehr deutliches Strat. granulosum mit basophilen Körnchen durch. Dadurch unterscheidet sich das Epithel vom Oberflächenepithel, das nur schwache Verhornung ohne Granularzone zeigt. Ganz dasselbe Bild aber weisen auch diejenigen Haarbalgtrichter auf, die im Gebiete der Karunkel selbst münden, wo also ein mehrschichtiges polygonales Epithel mit unter Umständen sehr zahlreichen Becherzellen an der Oberfläche zu finden ist. Die basophile Granularzone ist dann wohl durchschnittlich etwas weniger dick und reicht auch weniger weit zur eigentlichen Oberfläche herauf; eine solche ist aber stets nachzuweisen.

Neben diesen an sich wohl ausgebildeten Haaren des Lanugotypus, enthält die Karunkel des Hundes noch andere, die deutliche Zeichen der

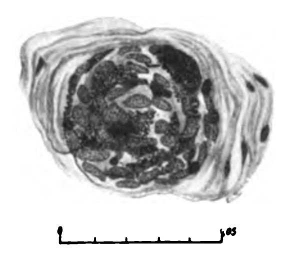


Fig. 3a.

Rückbildung beziehungsweise des Zerfalls aufweisen. Solche Haarbildungen besitzen einen freien Schaft nicht mehr und kommen im übrigen in zwei verschiedenen Graden der Rück- oder unvollkommenen Ausbildung zur Beobachtung.

Die Haare des II. Typus (Fig. 3), die verstreut zwischen den wirklichen Lanugohaaren auftreten, erscheinen bei oberflächlicher Betrachtung als einfache, solide, zapfenartige Anhänge an den mit großen Talgdrüsen ausgestatteten, weit offenen Haarbalgtrichtern. Es macht den Eindruck, als sei nur die äußere Wurzelscheide zur Anlage gekommen, deren Zellen einen soliden Epithelstrang darstellen. Bei genauerer Betrachtung ändert sich das Bild etwas. Es soll dieser Haartypus direkt an einem Beispiel beschrieben werden, aus einer Karunkel, die in Vertikalschnitte zerlegt wurde und somit das fragliche Gebilde fast im reinen Querschnitt zeigt.

Es fällt auf, daß am Wurzelende (Fig. 3a) das „Haar“ eine gleiche, vielleicht nur dichtere Pigmentation erkennen läßt wie der Bulbusteil

der Lanugohaare. Von einer Papillenbildung kann keine Rede sein. Dieser 60 μ hohe, stark pigmentierte Endteil erscheint gegen die übrigen Abschnitte deutlich abgeschnürt, und zwar durch die konzentrisch um das Gebilde angelegten, zellhaltigen Bindegewebsfasern der inneren Balglage. Anschließend an diesen Hals läßt der Epithelstrang, der von hier ab bis zum oberen Ende nur noch schwach pigmentiert erscheint, einen von dem I. Typus her schon bekannten, im Schnitt hornartig gebogenen Anhang erkennen (Fig. 3b). Dieser ist in die gemeinsame, zirkuläre Balglage mit eingeschlossen. Weiter nach der Oberfläche hin setzt sich die Haaranlage derart fort, daß der Gesamtdurchmesser wächst, und daß bald um eine

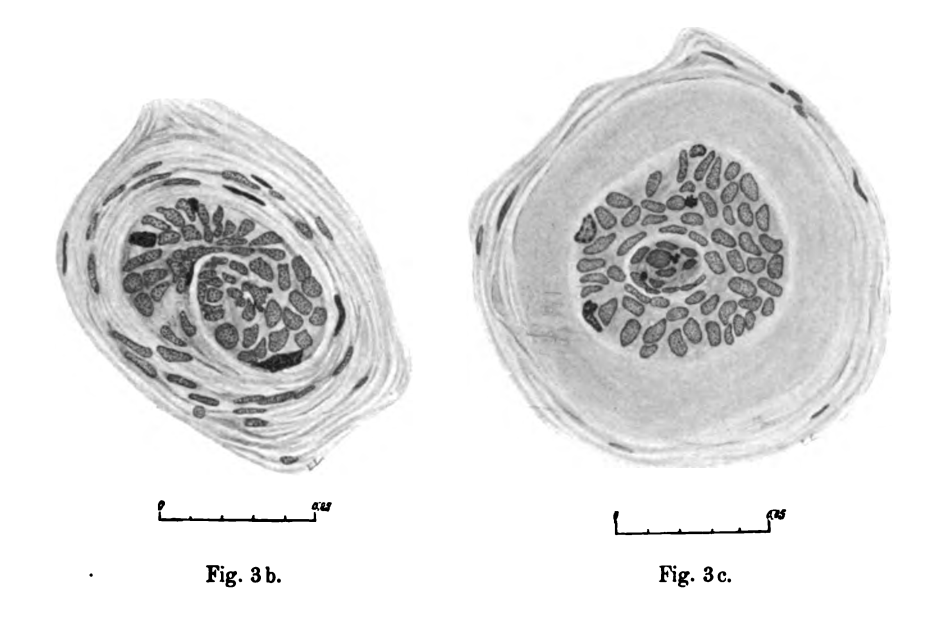


Fig. 3b. Fig. 3c.

helle Zentralmasse ein als äußere Wurzelscheide ohne weiteres erkennbarer Epithelring sich anordnet. Die Zentralmasse setzt sich aus scheinbar verhornten Elementen zusammen, die mit Kernrudimenten untermischt sind. Das Ganze steckt in einer dicken, völlig homogenisierten inneren Balglage (Fig. 3c). In den folgenden Querschnitten ändert sich das Bild derart, daß die Kernmasse aus in mehr oder weniger deutlich konzentrischer Anordnung befindlichen lebensfähigen Zellen besteht. So kann man hier doch wenigstens von einem, allerdings nur durch die äußere Wurzelscheide umgebenen, epithelialen Achsengebilde reden, das im Querschnitt aus 7 bis 10 Zellen besteht, während die Wurzelscheide aus 2 bis 5 Zellagen sich aufbaut. (Das Achsengebilde liegt nicht genau

zentral.) Im weiteren biegt das Haar von der alten Richtung ab, so daß in der Serie nun deutlichere Schrägschnitte auftauchen. Der Querdurchmesser des Ganzen nimmt ab, die Wurzelscheide erscheint allgemein auf etwa 2 Zellschichten herabgesunken. Dabei wird die Umgrenzung des Ganzen unregelmäßig; an manchen Stellen sieht es aus, als ob die homogene Balglage sich einfalte und so an der Haaranlage Längsrippchen entstehen ließe (Fig. 3d). Damit ist das Haargebilde zwischen die Drüsen eingetreten; der Achsenfaden wird nun undeutlicher gegenüber den Zellen der epithelialen Hülle. Schließlich nimmt die ganze Bildung an Durchmesser ab, der Achsenstrang als solcher verschwindet, und nun tritt die stark reduzierte Zellmasse mit den Epithelzellen der Talgdrüsenmündungs-

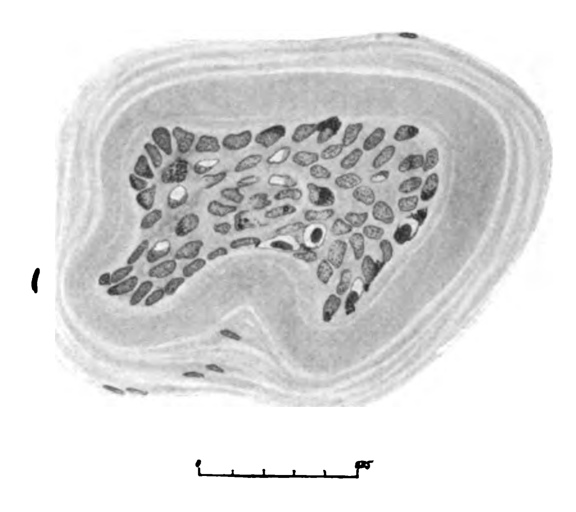


Fig. 3d.

zone in Verbindung, in denen sie sich schließlich verlieren (Fig. 3e). Die Haare des II. Typus erscheinen uns also, abgesehen von den Unregelmäßigkeiten an der Oberfläche der Wurzelscheide, ähnlich wie eine embryonale Haaranlage, die nicht viel über das Kegelstadium hinausgekommen ist. Die Gesamtanlage zeigt zwar eine beträchtliche Längenentwicklung, das rudimentäre Haar aber, das sich über einer zerstörten Papille erhebt, differenziert sich nur unvollkommen gegenüber der äußeren Wurzelscheide als einfacher Epithelzylinder mit vielleicht etwas längsgestellten, nicht verhornenden Zellen, dem die innere Wurzelscheide vollständig abgeht. Dadurch, daß dieser „Haarkegel“ die Anlage nach oben nur bis zu den Talgdrüsen hin durchsetzt, diese Drüsen aber mitsamt dem Haarbalgtrichter sich zur vollen Ausbildung entwickelt haben,

besteht dieser gesamte Haarapparat wohl aus einem weiten Haarbalgtrichter, in den große und voll ausgebildete Talgdrüsen münden; dieser Trichter ist aber am Grunde blind geschlossen, und das eigentliche Haar schließt sich als rudimentäres, aber solides, zylindrisches Anhängsel dem Trichtergrunde an. Da der als Haar im engeren Sinne zu deutende, axiale Strang sich schon vor dem Ansatz an den Trichtergrund verliert, so kommt es zur Bildung eines freien Haarschaftes überhaupt nicht.

Daß aber nicht in jedem Falle der gleiche Grad der Rückbildung an den Haaranlagen zu beobachten ist, soll ein zweites Beispiel erläutern: es finden sich bei genauer Durchsicht der Serien eine ganze Anzahl mehr

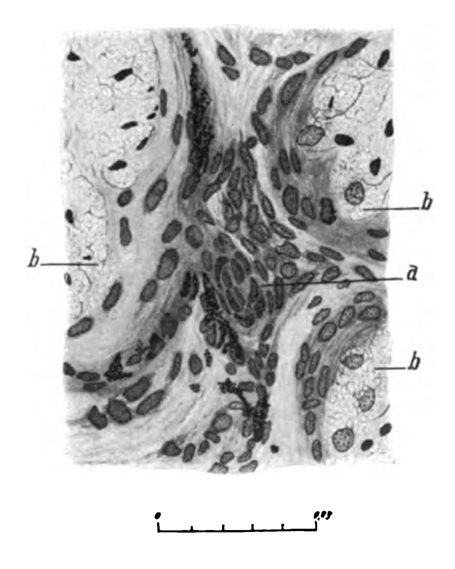


Fig. 3e.

oder weniger verschiedener Stadien, die wir zu diesem II. Typus rechnen möchten. Auch das eben zu beschreibende Haar stammt aus einer Serie, die vertikal geschnitten wurde und die die Anlage fast quer getroffen zeigt. Das freie Ende (Bulbusende) der Anlage ist wieder stark pigmentiert und läßt keinerlei Papille erkennen. Dicht beim Ende schon zeigt sich ein nicht zentral gelegenes Achsengebilde gegenüber einer ein- bis 4 schichtigen Hülle, die wir als äußere Wurzelscheide anzusprechen geneigt sind. Die Pigmentation ist hier schon weniger dicht und beschränkt sich bald nur noch auf einzelne feinere oder gröbere Körnchen, die häufig reihenförmig oder zu einem zarten Geäst sich aneinander fügen. Die innere Haarbalglage zeigt die bekannte Verdickung, ist in dieser Höhe

aber bis auf eine ganz schmale Innenzone noch zellhaltig. Bald wird das Achsengebilde derart undeutlich, daß man es nur noch mit Mühe gegenüber der Hülle abgrenzen kann. Das Gesamtorgan hat im Querdurchmesser ca. 8 bis 9 Zellen übereinander, von denen die der Basallage teilweise noch an Zylinder erinnern; die Innenzellen sind kleiner. Mit der Zunahme der Gesamtdicke der Balglage und insbesondere deren homogener Innenschicht, nimmt auch die Epithelanlage im Querdurchmesser zu: 12 bis 13 Zellen liegen im Durchmesser nebeneinander. In der Folge wird das Achsengebilde wieder deutlich, indem dessen kleinere, hellere Zellen dunklere Kerne tragen; sie liegen aber ziemlich lose und auch regellos nebeneinander und niemals erscheinen sie zu einem Strange angeordnet, der den Eindruck von etwas Zusammenhängendem, von etwas Organisiertem machte. Wieder treten mit Annäherung an die Talgdrüsen längsgerichtete Wulst- oder Faltenbildungen an der Balglage und die korrespondierenden Rippen an den Haaranlagen in die Erscheinung. Dicht unter dem Drüsengrunde erscheinen sie im Querschnitte wieder als hornartig gebogene Anhänge, die im Verfolgen der Serie gegen die Oberfläche hin zusammenfließen und dann dem Ganzen auf eine kurze Strecke einen größeren Durchmesser verleihen. Die zentralen Zellen erscheinen nun derart gelockert, daß in dem Hohlraume der äußeren Wurzelscheide lose Zellen zerstreut liegen. Weiter gegen die Oberfläche hin verschmilzt schließlich das Epithel der Wurzelscheide mit dem Epithel der Drüsenausführungsgänge, ohne daß aber die nur durch die äußere Wurzelscheide repräsentierte Haaranlage in diesem Falle eine Reduktion im Querdurchmesser zeigt. Hier und dort läßt ein Schnitt im Zentrum wieder zellige Gebilde als Reste des sich zurückbildenden Achsenstranges erkennen. Dem vorhergehenden Typus gegenüber ist die Reduktion der Gesamtanlage in diesem Falle nur an dem Haare selbst weiter fortgeschritten, während die äußere Wurzelscheide als solche besser ihre Ausbildung sich erhalten hat. Sie zeigt zwar auch die merkwürdigen subglandulären Verdickungen, sie hängt aber als Hohlgebilde breit (d. h. in der normalen Dicke der Epithelschicht) mit dem Haarbalgtrichter zusammen und ist proximal eben nicht reduziert. Das Haar ist als wirkliches zusammenhängendes Achsengebilde nur ganz in der Tiefe der Anlage zu erkennen; im übrigen zeigt es sich fast vollständig zerfallen und erreicht demnach als Achsenstrang den Haarbalgtrichter ebenfalls nicht.

Bei den Haaren des III. Typus sind die Rückbildungserscheinungen noch stärker ausgeprägt und beziehen sich nicht nur allein auf die Haaranlage im engern Sinne; vielmehr sind bei diesen Gebilden auch die Talgdrüsen nur rudimentär angelegt, und als Folge davon erscheint

der Haarbalgtrichter stark zusammengeschrumpft. Der kleine Trichter trägt an unserm Beispiele nur eine einzige winzige Talgdrüse, die unvollständig in drei Lappen zerfällt, und als „Haaranlage“ einen dünnen, im Querschnitt ganz unregelmäßig geformten und leicht pigmentierten Epithelzapfen ohne Achsengebilde besitzt, der sich in gewisser Entfernung vom Trichter plötzlich aufbläht. Dieser zystenartige Hohlraum wird von pigmentfreien, platten Zellen gebildet, die sich in ein bis zwei Lagen anordnen. In ihn schiebt sich, von einer Seite der Zystenwand ausgehend, eine Zellwucherung ein, die epithelperlenartige Gebilde eingeschlossen enthält und auch vereinzelte Zellen erkennen läßt, welche auffallend den fettig degenerierenden Zellen von Talgdrüsen gleichen. Jenseits der Zyste setzt sich die Haaranlage wieder in Form eines soliden Zapfens fort, der abermals unregelmäßige Umrisse zeigt; er erscheint stärker pigmentiert, und das Pigment ist mehr klumpig eingelagert und macht so diesen Endteil der Anlage einem Haarbulbus ähnlich. Das gesamte Gebilde ist von der Talgdrüse ab von der charakteristisch modifizierten Balglage umgeben, die sich von den beiden Enden aus gegen die Mitte der fraglichen Zone verdickt, die im übrigen aber schwächer ausgebildet ist als bei den Haaren des Typus I und II. Das Haar des III. Typus hängt also an einem mit rudimentären Talgdrüsen ausgestatteten und verkümmerten Haarbalgtrichter; dieses selbst ist nur als stark degenerierter und teilweise zystig umgewandelter unregelmäßiger Epithelzapfen nachzuweisen, dem jede Haaranlage i. e. S. fehlt.

3. Die Haarbalgdrüsen.

Entsprechend der Verteilung der Haare auf Brücke und Karunkel finden wir auch die Talgdrüsen in derselben Anordnung vor. In der üblichen Weise gruppieren sie sich zu mehreren um je einen Haarbalg. Auffallend ist, wie schon bekannt, die Größe dieser Drüsen. Im Vergleiche zu denjenigen der allgemeinen Decke sind das geradezu Kolosse. Da sie die Haarbälge in größerer Anzahl umfassen, so ist in Schnitten durch die Karunkel diese in der gedachten Höhenzone fast ganz von den Talgdrüsen eingenommen. Die Glandulae selaceae besitzen meist eine zapfenförmige Gestalt und ziehen sich längs der Haare in die Tiefe und lassen sonst Besonderheiten nicht erkennen.

Ein eigentümliches Verhalten gewisser Talgdrüsen ist aber noch zu erwähnen, welches zeigt, daß auch an den Drüsen des Haarbalges in der Karunkel Rückbildungsvorgänge ablaufen können. Man kann nämlich — wenn auch nur vereinzelt — Drüsen antreffen, die sich als große, allseitig geschlossene Hohlräume präsentieren, deren Wandbelag durch ein etwa zwei-

schichtiges Epithel mit platten Zellen gebildet wird. Bei Verfolgung der Serienbilder läßt sich leicht ein direkter Zusammenhang dieser Epithelzysten mit dem Epithel der Wurzelscheide des Haares konstatieren. Da nun aber die Blasen in der Höhe der übrigen normal ausgebildeten Talgdrüsen sich finden, und sie sich zwanglos zwischen diese einfügen, so kann es gar keinem Zweifel unterliegen, daß es sich hier um Talgdrüsen handelt, deren Ausführungsgang verstopft wurde — vielleicht überhaupt nicht in den Haarbalgtrichter durchgebrochen war — und deren Epithelbelag durch den Druck des zentral sich ansammelnden Sekretes bis auf die wenigen Schichten zusammengepreßt worden ist.

4. Die Schweißdrüsen.

Eine genaue Durchmusterung meiner Serie der Hundekarunkel hat mir gezeigt, daß entgegen den Angaben von Szakall und Zietzschmann auch der Hund in diesem Organe Schweißdrüsen besitzt, so daß man unter Berücksichtigung der sich ergänzenden Angaben der oben genannten Autoren der Karunkel aller Haustiere entgegen der des Menschen beide Arten von Hautdrüsen zusprechen muß. In jeder Tränenkarunkel nämlich kommen beim Hunde wirkliche Schweißdrüsen zur Beobachtung. Wenn sie auch nur spärlich auftreten, so konnte ich doch ein bis vier Einzeldrüschen regelmäßig konstatieren. Ursprünglich werden sie möglicherweise in größerer Zahl angelegt, während einzelne postembryonal sich wieder zurückzubilden scheinen. Ihr Aussehen deutet wenigstens auf solche Vorgänge hin. Daß es sich zunächst überhaupt um wirkliche Schweißdrüsen handelt, ist ganz außer Zweifel, lassen sich doch sämtliche Elemente derselben auffinden: Membrana propria, typische Muskelzellage und einschichtiges Wand-Epithel, das platte, kubische oder zylindrische Formen aufweist. Bei Drüsen, die ein normales Aussehen zeigen, das also in keiner Weise vom gewohnten Bilde abweicht, läßt sich in den Serien der vollständige Ausführungsgang mit einem zweischichtigen Epithel auffinden. Dieser Gang führt stets zu einem Haarbalgtrichter hin und durchsetzt dessen Wand mit besonderem platten Epithel in schräger Richtung derart, daß die eigentliche oft etwas zusammengedrückte Mündung unter Umständen bis nahe zum obersten Rande des Kraters hinauf verfolgt werden kann. Das letzte Ende des Schweißdrüsenganges kann ausnahmsweise auch einmal dreischichtiges plattes Epithel tragen.

Der Drüsenkörper selbst ist meist nicht bedeutend geschlängelt; sein Lumen wechselt häufig, und nicht selten findet man gerade in ampullenartigen Erweiterungen das höchste — zylindrische — Epithel;



jedoch ist dieses nicht unbedingt an Ausweitungen gebunden. Einzelne Drüschen zeigen bedeutendere Schlängelungen; man hat oft den Eindruck, daß solche sich sogar teilten. Meistens sind dann diese Endstücke, die ein kubisches Epithel auf dem etwas weniger prägnanten Mantel von Muskelzellen tragen, in ein zellreiches Grundgewebe eingebettet, und das Lumen ist dort regelmäßig reduziert.

Der Drüsenkörper der Glandulae sudoriferae reicht von den Talgdrüsen aus meist nicht ganz bis zur Tiefe der Haarbulbi hinab, er liegt also relativ hoch.

Neben diesen den normalen Verhältnissen entsprechenden Bildern von Schweißdrüsen gibt es aber solche, die auf den ersten Blick erkennen lassen, daß sie nicht mehr normal funktionieren. Ihr stark gewundener Drüsengang ist mehr oder weniger stark erweitert und angefüllt mit sich stauenden Sekretmassen. Der Epithelbelag, dem außen streckenweise der normale Muskelmantel anliegt, zeigt Unregelmäßigkeiten: einzelne Zellen oder ganze Partien haben sich abgehoben und dem Sekret beigemischt, so daß in den Inhaltsmassen zerfallende Zellen und Kernreste nachweisbar sind. Daß es sich hierbei nicht um Kunstprodukte, etwa um Bilder infolge schlechter Fixierung, handelt, ist ohne weiteres durch das tadellose Intaktsein aller anderen Teile des Gesamtorganes auszuschließen. Sämtliche Präparate wurden ja auch unmittelbar nach der Tötung der Tiere in die Fixationsflüssigkeit (Formalinalkohol 4 %) verbracht, deren Wert ja außer jedem Zweifel steht. Sucht man in den Serien den zu den gedachten Drüsenkörpern gehörigen Ausführungsgang, so kann man in einzelnen Fällen wohl einen gegen die Oberfläche zustrebenden Kanal erkennen — dessen Epithel naturgemäß nicht ohne weiteres charakteristisch ist — der dann aber in geringerer oder größerer Entfernung vom Oberflächenepithel weg blind endet. Manchmal ist selbst dieser Rest eines zur Oberfläche zustrebenden Kanales nicht nachweisbar, so daß der gewundene und blind geschlossene Drüsenkörper isoliert in ziemlich bedeutender Tiefe des Grundstockes der Tränenkarunkel verharrt und vielleicht weiter seinem Untergange entgegengeht.

5. Die akzessorische Tränendrüse.

Die Tränenkarunkel des Hundes ist besonders auch wegen des Vorkommens der sogenannten akzessorischen Tränendrüse wert, eingehender studiert zu werden. Schon Szakall hat diese für den Hund charakteristische Zutat beschrieben, wenn er sich auch nicht besonders einläßlich mit ihr beschäftigte. Er gibt an, 3 bis 5 Drüsenhaufen ge-

funden zu haben, ohne aber Näheres über deren Größe, Lage zueinander usw. zu erwähnen. Den histologischen Bau handelt er ebenfalls kurz ab, indem er in der Hauptsache auf den Menschen verweist und nur wenig Unterscheidendes anführt. Er hält die Drüse für eine alveoläre, deren Hohlräume mit einschichtigem, verschieden hohem Epithel mit runden, basal gelegenen Kernen ausgekleidet sind. Die Drüse ist also eine seröse. Zietzschmanns Schilderungen, die ich oben im wesentlichen wörtlich angeführt habe, sprechen im Gegensatz dazu für eine Drüse des mukösen Typus.

Bei meinen Untersuchungen habe ich gefunden, daß fast stets mehrere Pakete von akzessorischen Tränendrüsen in der Karunkel des Hundes vorkommen, daß aber deren Zahl gewissen Schwankungen unterworfen ist. Im Maximum konnte ich 9 Pakete finden, im Minimum eins und die Durchnittszahl war 5 bis 7. Eigentümlich ist, daß sich diese Drüsen mit Vorliebe der Peripherie der Karunkel anlagern und dort einen mehr oder weniger geschlossenen Ring darstellen. Wir finden sie gegen das obere wie gegen das untere Lid hin, gegen den Bulbus wie gegen die Brücke hin, teils liegen sie über-, teils nebeneinander. Immerhin können sie auch vereinzelt näher der Mitte der Karunkel beobachtet werden; jedoch ist das Gebiet der Brücke selbst immer frei davon. Die Frage, ob ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen Größe und Zahl der Pakete in den einzelnen Karunkeln bestehe, muß verneint werden, haben wir doch solche mit vielen und großen oder großen und mittelgroßen Paketen, andere wieder mit nur wenigen und zudem noch kleinen. Es besteht eher ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen Größe der Karunkel und Zahl der Drüsen, weil größere Karunkeln durchschnittlich mehr Drüsenhaufen aufwiesen als kleine. Wenn wir hier von Größe der Pakete sprechen, so muß man eingedenk bleiben, daß es sich immer um sehr kleine Gebilde handelt; 500 bis 600 μ Querdurchmesser werden ungefähr deren mittlere Größe darstellen. Über die Lage der Drüsen in bezug auf das Oberflächenepithel läßt sich keine Norm aufstellen, denn teilweise liegen sie unmittelbar unter demselben, teils tiefer, oft sogar ziemlich tief im Bindegewebe drin. Das letztere gilt namentlich für die mehr der Mitte der Karunkel genäherten Pakete, die im allgemeinen etwas tiefer greifen als die mehr peripher gelegenen.

Die Drüsenpakete haben zusammengesetzt tubulösen Bau, sind rings von Bindegwebe umgeben und setzen sich in der Regel aus mehreren Läppchen zusammen, die durch dazwischentretendes Bindegewebe mit Blutgefäßen und Lymphocyten getrennt sind. Die Drüsentubuli liegen gewöhnlich ganz nahe beisammen, nur vereinzelte Bindegewebsfasern und

Lymphzellen vermögen sich dazwischen hineinzudrängen. Allerdings gibt es auch andere Läppchen, in denen das Zwischengewebe bedeutend stärker ist, wodurch dann die Tubuli viel lockerer zusammengefügt erscheinen. Nach dem Bilde der Serienschnitte zu schließen, müssen die Drüsenschläuche ziemlich stark gewunden sein, denn Längsschnitte auf größere Strecken sind nie zu finden, vielmehr wechseln Schräg- und Querschnitte miteinander ab. Jeder Tubulus wird von einer strukturlosen Membran gebildet, der nach innen zu die Drüsenzellen aufsitzen. Zwischen beide Elemente eingekeilt, trifft man hier und da vereinzelte, langgezogene Zellen, die auch von der Tränendrüse her bekannten Korbzellen. Im ganzen Verlaufe der Drüsentubuli haben wir einschichtiges, kubisches bis abgestumpft pyramidenförmiges Epithel. Die Höhe der Zellen ist verschieden je nach dem Sekretionszustande. Bei vorgeschrittener Sekretansammlung werden sie höher, der Kern kommt mehr basal zu liegen, während im umgekehrten Stadium die Zellen niedriger sind und der Kern sich mehr der Mitte der Zelle genähert hat. Synchron mit der Änderung der Höhe der Zellen geht eine solche mit der Weite des Lumens der Tubuli vor sich. Im allgemeinen kann man aber sagen, daß dieses durchschnittlich ziemlich weit ist. Die Form des Kernes wird bei diesen Vorgängen nicht wesentlich beeinflußt. Geringe Veränderungen, so, daß er im ersteren Falle flacher, im zweiten eher rundlich erscheint, mögen eintreten, aber besonders in die Augen springend sind für gewöhnlich diese Verhältnisse nicht. Deutlich hingegen ist der Unterschied in der Beschaffenheit des Zellinhaltes. Während im Stadium des sekretgefüllten Zustandes die Zellen ganz fein und dicht granuliert sind und infolgedessen auch heller erscheinen, sind sie im sekretleeren Zustand gröber granuliert, erscheinen auch dunkler, wie wenn sie stärker tingiert wären. Da finden wir Tubuli, deren Zellen um den Kern herum den Charakter der sekretleeren Zellen aufweisen, gegen das Lumen hin aber heller und heller werden. Das bedeutet also, daß diese Zellen im Beginne der Sekretansammlung sich befinden. Meine Untersuchungen, die an einem doch immerhin reichen Material ausgeführt wurden, haben demnach im Prinzip ergeben, daß die akzessorischen Tränendrüsen der Karunkel des Hundes zu den serösen Drüsen zu rechnen sind. Immerhin ist das nicht in des Wortes strengster Bedeutung zu verstehen. In den alle Merkmale des serösen Typus aufweisenden Drüsenzellen lassen sich mit Mucikarmin auch vereinzelte Schleimtröpfchen ganz gut tingieren. Die „serösen" Drüsenzellen produzieren zum mindesten auch etwas Schleim. Ich fand diese deutliche Reaktion in dem einen Falle, bei dem der Becherzellgehalt des Oberflächenepithels so enorm groß war. Und dieser Fall

scheint mir einen Übergang zu bilden für das von Zietzschmann beschriebene Verhalten der Drüsen an einer Karunkel des Hundes, deren Schnitte mir vorlagen. Rein morphologisch zeigt der erste Blick ins Mikroskop, daß es sich in diesem Falle tatsächlich um eine fast reine Schleimdrüse handelt (helles Epithel ohne Sekretgranula, sehr häufig platt an die Basis angedrückte Kerne!); einzelne Schnitte sind mit Delafields Hämatoxylin gefärbt, und diese ergeben ebenfalls eine klare, positive Reaktion auf Schleim. Obwohl ich bei meinen Serien solche typische, als Schleimdrüsen ausgebildete akzessorische Tränendrüsen nicht sah, muß ich doch aus diesem Beispiele den Schluß ziehen, daß wohl im allgemeinen die akzessorische Tränendrüse der Hundekarunkel als seröse Drüse anzusehen ist, daß sie aber ausnahmsweise auch eine Mittelstellung einnehmen und im extremen Falle sogar als muköse Drüse ausgebildet sein kann. Daß es in den Präparaten mit mukösem Typus der Tränendrüse sich wirklich um Tränendrüsen der Karunkel handelt und nicht etwa um ein zufällig im Schnitt mitgetroffenes Nachbarorgan, steht außer jedem Zweifel.

Endlich habe ich die Drüsentubuli auch auf das Vorhandensein von interzellulären Sekretkapillaren untersucht, konnte aber weder mit gewöhnlicher Färbung noch mit Heidenhains Eisenalaunhämatoxylin solche finden. Es sei daran erinnert, daß Enslin beim Menschen solche beschreibt.

Das Sekret, das in diesen Drüsenpaketen abgesondert wird, gelangt durch je einen Ausführungsgang an die Oberfläche der Karunkel. Sämtliche Gänge ziehen in der Richtung der Haarwurzeln, d. h. also in nasaler Richtung schief zur Oberfläche.

Das Epithel des Ausführungsganges weist selbstverständlich im Vergleich mit dem der Drüsenpakete einige Unterschiede in Form und Anordnung seiner Zellen auf. Während wir in letzterem immer kubisches bis abgestumpft pyramidenförmiges Epithel beobachtet haben, so tritt beim Übergang in den Ausführungsgang insofern ein Wechsel ein, als die Zellen allmählich niedriger und plattgedrückt werden. Parallel mit dieser Abflachung geht auch ein Plattwerden des Kernes einher. Diesen Bau findet man immer bei Beginn des Ausführungsganges und er läßt sich auch noch eine Strecke weit verfolgen, die aber von Fall zu Fall eine verschieden große, oft aber nur eine ganz kurze ist. Nach Durchlaufen einer höheren Zwischenform werden die Zellen wieder niedriger und sie bleiben nicht in einschichtiger Anordnung. Schon im Anfangsteile können langgezogene, schmale Zellen beobachtet werden, die sich dem Gangepithel außen eng anschmiegen, zuerst nur in spärlicher Zahl; mit der Entfernung

vom Drüsenkörper aber werden sie zahlreicher. Zugleich wird auch ihre Form und ihr Kern verändert; es entsteht schließlich aus dem einschichtigen ein zweischichtiges Epithel. Nach Szakall soll der gesamte Ausführungsgang zweischichtig sein, aber so einfach gestalten sich die Verhältnisse doch nicht. Die Ausmündung kann in das Rinnensystem oder an die freie Oberfläche erfolgen und der Übergang in das Oberflächenepithel geht unvermerkt vor sich.

6. Das Pigment.

Genau wie man makroskopisch dunkler und heller erscheinende Karunkeln unterscheiden, wie man ferner auch gleichmäßig und andere mehr ungleichmäßig pigmentierte Karunkeln finden kann, genau so zeigen sich auch die mikroskopischen Verhältnisse. Wir beobachten Karunkeln mit sehr viel Pigment, andere wieder mit wenig, dann wieder solche, bei denen dasselbe in den einzelnen Schnitten regelmäßig verteilt oder mehr zu Strängen angeordnet ist; immer aber ist es in Form grober Schollen vorhanden. Das Pigment tritt in den Karunkeln in zweierlei Gestalt auf. Einmal ist es als körniger Einschluß in den Epithelzellen nachweisbar, zum andern sitzt es an lymphoide Elemente gebunden im Bindegewebe des Grundstockes unseres Organes.

Das intraepitheliale Pigment ist vorzüglich an die tiefste Lage des Oberflächenepithels gebunden. Wie oben schon angedeutet wurde, ist in der Brücke im Bereiche des mehrschichtigen Plattenepithels abgesehen von individuellen Schwankungen die Pigmentation eine intensivere als in der Karunkel selber, in der ja gegen den Bulbus fortschreitend das Pigment sich allmählich verliert, so daß ein mehr oder weniger großer Teil der Karunkel immer farblos erscheint. Am Brückenteil steigt das Pigment regelmäßig in die der basalen Zellage benachbarten Schichten hinein, allmählich nach oben auslaufend, während im Bereiche des Becherzellen tragenden Epithels oft die oberen Lagen völlig frei erscheinen. Oft ordnen sich die braunen Körnchen kranzförmig um den Kern herum an und nicht selten strahlen von diesem Kranze radienartig nach verschiedenen Seiten Stränge dichteren Pigmentes zur Peripherie, so daß schöne Strahlenfiguren entstehen. Auch hat man hier und da den Eindruck, als ob solche Strahlen sich bis ins subepitheliale Bindegewebe hinein fortsetzten und dort mit ähnlichen Ästchen der daselbst liegenden Pigmentzellen in Verbindung treten. In den oberen Lagen sind die Pigmentkörnchen nur in feinster Verteilung zu sehen. Dort, wo die Oberfläche der Karunkel von den betreffenden Furchen zerschnitten ist, folgt das Pigment naturgemäß auch den Einsenkungen in die Tiefe; auch

sekundäre Buchten zeigen dasselbe. Und noch mehr. Nicht selten setzt sich die Pigmentation auch auf den Haarbalgtrichter und die Wurzelscheide fort und ebenso auf die Epithelien der Ausführungsgänge der akzessorischen Tränendrüse, mit denen sich das Pigment bis in die Drüsenendstücke verfolgen läßt. Auch die Talgdrüsen haben unter Umständen Anteil an der Pigmentation, indem sie die farbigen Körner an die Basalzellschicht gebunden zeigen. Daß andererseits die Haare den Sitz von Pigment abgeben, ist selbstverständlich.

Im Bindegewebe des Karunkelgrundstockes ist das Pigment an besondere Zellen, wahrscheinlich des lymphoiden Typus, gebunden. Ganz allgemein erweist sich nur die subepitheliale Zone pigmenthaltig. Diese Pigmentmassen zeigen ein ungemein wechselndes Bild in bezug auf ihr Mengenverhältnis. Während das eine Mal in einer Karunkel nur einzelne, zerstreute Pigmentschollen sich finden lassen, sind sie bei anderen zu dichten Haufen vereinigt, ja sie können sogar eine ziemlich dicke, zusammenhängende Zone ausfüllen. Die einzelnen Pigmentzellen im Bindegewebe erscheinen als grobe Schollen, von mehr oder weniger rundlicher Form, und sie ähneln im Äußeren sehr den bekannten Klumpenzellen der Iris. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Pigmentierung von Brücke und Karunkelkörper ist nicht vorhanden, immer aber kann man eine Abnahme des Pigments gegen die Conjunctiva hin beobachten, sei es gegen den Bulbus, sei es gegen das obere oder untere Lid hin, so daß auch in dieser Richtung die Begrenzung der Karunkel keine scharfe ist.

7. Das Lymphgewebe.

Zum Schlusse sei noch der lymphoiden Einlagerungen gedacht. Das Lymphgewebe ist in der Regel in der Tränenkarunkel des Hundes ziemlich spärlich vertreten, aber dennoch können dichtere Ansammlungen beobachtet werden. Es bestehen also in dieser Richtung nicht ganz unbeträchtliche individuelle Schwankungen. Wie schon bei äußerer Betrachtung die Brücke den Übergang der unveränderten äußeren Haut zur eigentlichen Karunkel darstellt, so sieht man auch im mikroskopischen Bilde die Brücke (wie das Integumentum commune) sozusagen frei von Lymphzellen. Im Karunkelkörper dagegen lassen sich diese Elemente stets in einer Menge nachweisen, wie wir das in verstärktem Maße von der Conjunctiva her kennen. Solche lymphoide Ansammlungen halten sich in erster Linie an die subepitheliale Zone, wie das ja schon bekannt ist. Auch das Vorkommen von mehr oder weniger begrenzten, dichten Ansammlungen habe ich für den Hund bestätigen können. Weitere

Prädilektionsstellen sind die Umgebung der Drüsen: Schweiß-, Talg- und akzessorische Drüsen. Bei den letzteren dringen sie mit den Bindegewebsfasern zwischen die einzelnen Drüsentubuli ein, und je weiter diese voneinander entfernt sind, um so zahlreicher sind die Lymphzellen. Bei den übrigen Drüsen lagern sie sich außen um die Tubuli oder Alveolen an. In den tieferen Partien des bindegewebigen Grundstockes sind sie dann aber sehr spärlich vorhanden und können nur ganz vereinzelt angetroffen werden.

II. Die Tränenkarunkel des Fuchses.

Zur Vervollständigung meiner Arbeit habe ich auch eine Tränenkarunkel vom Fuchse in vollständiger Serie geschnitten, um damit Vergleiche mit dem Hunde zu ziehen und nachzuprüfen, ob sich die histologischen Verhältnisse mit denjenigen des artverwandten Tieres decken. Allerdings lassen sich an Hand eines so beschränkten Materials keine allgemein gültigen Regeln aufstellen. Immerhin ist damit ein Anfang gemacht für spätere Untersuchungen, die dann zeigen werden, ob sich die Histologie der Tränenkarunkel des Fuchses in allen Fällen verhält, wie es hier beschrieben wird. Schon von Anfang an bin ich gewissermaßen mit einem Vorurteil an die Untersuchungen herangetreten, ich erwartete, vollständige Übereinstimmung mit der Tränenkarunkel des Hundes zu finden. Und das ist wirklich auch im makroskopischen Verhalten der Fall. Die Tränenkarunkel des Fuchses hat Dreiecks- oder Keilgestalt, ist braun pigmentiert und läßt schon von bloßem Auge Haare erkennen, die wiederum auf die Brücke konzentriert und gegen den Lidwinkel geneigt sind. Wie schon angedeutet, läßt sich eine Brücke vom Karunkelkörper trennen, und auch die Oberfläche weist gegen den Bulbus hin ziehende Rinnen oder Furchen auf. Im übrigen nehme ich an, daß beim Fuchs ebenfalls Variationen in Form und Größe und Pigmentation der Tränenkarunkel auftreten werden.

In unserem Falle sind folgende Maße anzugeben: in vertikaler Richtung gemessen 5 mm, in horizontaler Richtung gemessen 3 mm.

Das mikroskopische Bild ist ganz wider Erwarten ein ziemlich einfaches. Bestimmt hatte ich sämtliche Bestandteile wie beim Hunde erwartet, aber dem ist nicht so. Von den akzessorischen Tränendrüsen ist keine Spur vorhanden, und von den Bestandteilen der äußeren Haut können wir nur Haare und Talgdrüsen finden, wodurch dann die Verhältnisse natürlich ziemlich einfach geschaffen sind.

Das ganze Gebilde, d. h. also sowohl Brücke als auch Karunkelkörper,

ist eigentümlicherweise von einem ganz gleichförmig gebauten Oberflächenepithel bedeckt, das gegen den Bulbus zu verlaufende Rinnen zeigt. Es handelt sich um ein mehrschichtiges polyedrisches Epithel, dem Becherzellen vollständig abgehen, also auch der Karunkelkörper ist frei von solchen Gebilden. Nicht einmal die Rinnen, die sonst besonders reich an Schleimelementen waren, weisen solche auf. Leider ist das Epithel nicht überall ganz intakt, immerhin sind überall mindestens 3 bis 4 Lagen von Epithelzellen in tadellosem Fixationszustand erhalten und an vielen Stellen zeigt sich das Epithel in der Gesamtheit unverändert. Aber nirgends lassen sich Becherzellen finden. Damit stimmt völlig überein, daß auch die Becherzellen der anliegenden Conjunctiva abgehen, so daß man gar keine Anhaltspunkte hat, wo die Grenze der Karunkel und der Conjunctiva ist. Diesen Fund, der an mit Hämalaun-Eosin gefärbten Schnitten gemacht wurde, bestätigen auch Schnitte, die mit Mucikarmin tingiert waren. Die Reaktion fiel absolut negativ aus. Deshalb müssen wir dem Oberflächenepithel der Karunkel des Fuchses schleimbildende Zellen vollständig absprechen.

Die Haare, die als überaus feine Lanugohaare zu bezeichnen sind, beschränken sich auf die der Brücke anliegende Hälfte des Karunkelkörpers; sie treten in der Zahl von ca. 30 auf und sind alle voll ausgebildet. Die totale Keratinisation ist bereits dicht über der Papille erreicht. Die Henle- und Huxleyschen Schichten sind in der Hauptsache wenig charakteristisch ausgebildet. Andere Rückbildungsvorgänge bzw. die Tendenz zur Vereinfachung im Bau lassen sich an den Haaren der Fuchskarunkel nicht nachweisen. Eine homogene Schicht an der Balglage der Haare fehlt durchgehends.

Trotz der Feinheit der vorhandenen Haare sind die Talgdrüsen enorm stark ausgebildet. In allen Fällen umfassen sie in vollständiger Reihe als säckchenförmige Gebilde die Haaranlagen; sie sind immer aus zahlreichen Einzelläppchen zusammengesetzt und münden stets in Haarbalgtrichter aus. Isolierte Balgdrüsen fehlen vollständig, ebenso auch die beim Hunde gefundenen Rückbildungsvorgänge an solchen.

Die Schweißdrüsen gehen der Tränenkarunkel des Fuchses ab, nicht ein einziges Exemplar konnte aufgefunden werden.

Das Lymphgewebe ist mäßig ausgebildet. Subepithelial sind die Ansammlungen gering, doch häufen sie sich oft beträchtlich in der Umgebung der Haarbälge und im Zwischengewebe der reich gegliederten Talgdrüsen in diffuser Anordnung.

III. Die Tränenkarunkel der Katze.

Grobe Anatomie. Die Tränenkarunkel der Katze ist der Größe des Tieres entsprechend kleiner als die des Hundes, trotzdem aber fällt sie durch ihre Pigmentierung deutlich in die Augen. Der Pigmentreichtum stimmt mit dem der Augenlider überein, so daß auch die Katzenkarunkel in der Farbe zwischen graubraun und dunkelbraun variiert. Die Formen sind ebenso mannigfaltig wie beim Hunde; als Keil oder Dreieck oder als Wall tritt sie in Erscheinung; meistens hat der braune Fleck im medialen Augenwinkel keine bestimmte Begrenzung. Die Maße differieren in vertikaler Richtung zwischen 2 und 3, in horizontaler Richtung zwischen 1 und 2 mm. Betrachten wir das Organ näher, so können wir wie beim Hunde (wenn auch nicht immer so deutlich) einen Karunkelkörper von einer Brücke scheiden. Auch hier lassen sich Haare beobachten, zum Teil recht kräftig entwickelte, die ebenfalls in der Hauptsache auf die Brücke konzentriert und gegen den Lidwinkel geneigt sind. Nimmt man das Organ unter die Lupe, so erkennt man zahlreiche, über die ganze Oberfläche zerstreut liegende, verschieden lange und verschieden verlaufende Rinnen.

Feinerer Aufbau. Schon zum voraus erwarten wir, daß sich der feinere Aufbau der Tränenkarunkel der Katze mit demjenigen des Hundes im Prinzipe decken, daß also auch hier die Bestandteile der äußeren Haut vorhanden sein werden. Dem ist in der Tat so, doch möchte ich gleich eingangs schon bemerken, daß die Verhältnisse im Vergleiche zum Hunde für die Beschreibung bedeutend einfacher sind, da erstens die akzessorischen Tränendrüsen fehlen und zweitens Rückbildungsprozesse an Haaren, Schweiß- und Talgdrüsen ebenfalls in Wegfall kommen.

Das Oberflächenepithel. Wie bei der Katze schon makroskopisch eine schärfere Trennung zwischen Brücke und Karunkel nicht durchführbar war, so läßt sich auch mit Hilfe des Mikroskopes am Deckepithel eine scharfe Zonenabgrenzung nicht durchführen. Dennoch kann man ganz ähnlich wie beim Hunde unter Beiseitelassen der breiteren Übergangszone zwei Typen einigermaßen feststellen. Das Oberflächenepithel der Brücke ist ein typisches mehrschichtiges Plattenepithel mit nur schwacher Verhornung, einem einigermaßen gut ausgebildeten Papillarkörper aufsitzend. Es zeigt in der Richtung gegen die Karunkel fortschreitend eine allmähliche, aber nicht unbedeutende Dickenzunahme, die im Lidwinkel beginnt und bis zu der Stelle reicht, wo die Becherzellen auftreten. Von dort an ist wieder eine leichte Abnahme der Schichtenzahl

zu konstatieren. Hinsichtlich der Anlage der Rinnen oder Furchen herrscht keine Gleichmäßigkeit; während in einem Fall die Oberfläche — und auch die des Karunkelkörpers — fast vollständig glatt ist, liegt in einem anderen bereits an der Brücke Rinne neben Rinne, die von da aus zum Körper hinziehen und in dieser Richtung beständig an Tiefe zunehmen und sich verzweigen. Mit Vorrücken auf den Karunkelkörper wird das Plattenepithel allmählich zu einem polygonalen umgewandelt; bei der oben schon erwähnten Abnahme der Schichtenzahl verschwindet der Papillarkörper, und es treten Becherzellen im Epithel auf. Diese Schleimbildner finden sich wie beim Hunde zuerst an den Abhängen und mit Vorliebe in der Tiefe der Rinnen der Brücke. Auf der höchsten Wölbung des Karunkelkörpers erhält sich das polyedrische Epithel weiter bulbuswärts als an dem oberen und unteren Randbezirke, so daß dort in der Mitte polyedrisches Epithel vorkommt, während an den beiden genannten Abhängen die Oberflächendecke zahlreiche Becher enthält. Die Schleimbildner sind dort außerordentlich zahlreich vorhanden; in den Oberflächenschichten liegt tatsächlich Schleimzelle neben Schleimzelle, nur vereinzelt lassen sich noch protoplasmatische Elemente zwischen ihnen erkennen. In einzelnen Karunkeln ist auffällig, daß sie fast ausschließlich nur zweischichtiges Becherzellenepithel tragen, das sich durch ganz besondere Höhe der einzelnen Schleimzellen in der oberen Schicht auszeichnet; unter dieser hochzylindrischen Lage von ausschließlich mukösen Elementen findet sich eine einfache Schicht kleiner polygonaler Basalzellen. In den weitaus meisten Fällen dagegen ist das Karunkelepithel ein mehrschichtiges, und die einzelnen Zellen erreichen niemals die dort zu beobachtende Höhe. Im übrigen ist der Bau der Einzelzellen absolut identisch mit dem früher beschriebenen. Der Übergang vom Epithel der Karunkel in das der Conjunctiva geht nach allen Seiten hin unvermerkt vor sich.

Während wir beim Hunde nur in der Brücke und in der derselben anliegenden Hälfte des Karunkelkörpers Haare finden konnten, sind sie im Gegensatz dazu bei der Katze über das ganze Organ verbreitet. Immerhin kann auch eine Zunahme gegen die Brücke hin konstatiert werden. Durchschnittlich handelt es sich um sehr kräftig entwickelte, normal gebaute Lanugohaare, die in einzelnen Fällen ebenfalls eine, wenn auch nur schwach ausgebildete, homogene Balglage erkennen lassen, und denen auch die knorrigen Auftreibungen zum Teil nicht fehlen. In Vertikalschnitten sind die Haare durchschnittlich quer getroffen; sie pflanzen sich eben genau wie beim Hunde ziemlich auffallend schief in die Karunkel ein. Ihre Zahl ist für das kleine Organ verhältnismäßig sehr groß (20 bis 30); ihre Durchschnittsbilder beherrschen den Schnitt durch

die Karunkel, da ihre Durchmesser sehr bedeutend sind. Daß bei der Katze weniger Haare in der Karunkel dem Hunde gegenüber sich finden sollen, wie es Szakall angibt, konnte ich in keinem Falle konstatieren.

Die Talgdrüsen sind wie die Haare kräftig entwickelt und stets an Haarbälge gebunden; isolierte Typen fehlen vollständig. Form, Bau und Ausführungsgang decken sich vollständig mit den Verhältnissen von normalen Haarbalgdrüsen; Reduktionsvorgänge kommen ganz in Wegfall.

Die Schweißdrüsen treten nur in sehr spärlicher Zahl auf; sie zeigen immer normalen Bau, obwohl auch solche mit stark verbreitertem Lumen vorhanden sind. Ihr Ausführungsgang mündet immer in einen Haarbalg aus. Ich konnte also entgegen Szakall die Angaben von Zietzschmann bestätigen.

Das Pigment ist ziemlich spärlich ausgesät und ausschließlich auf die tiefgelegenen Epithelzellen beschränkt. Es tritt nur in Form von feinkörnigen Protoplasmaeinschlüssen auf; im Bindegewebe fehlt das Pigment vollständig.

Das Lymphgewebe verhält sich wie beim Hunde. Hauptanlagerungsplatz ist die subepitheliale Zone des bindegewebigen Grundstockes, in der die Anhäufungen zeitweise sehr dicht gelegen sind; meistens liegen die Lymphzellen lose im Bindegewebe verstreut.

Zusammenfassung.

Die Tränenkarunkel des Hundes hat eine verschiedene Gestalt und Größe; sie ist heller oder dunkler pigmentiert und von einem reichen horizontalen Furchensystem durchzogen (Szakall). Ein Brückenteil bildet vom eigentlichen Karunkelkörper den Übergang zum Integument der nasalen Lidkommissur. Nasaler Körperteil und Brücke tragen feinste Härchen, die sich besonders mit der Lupe nachweisen lassen. Von der Brücke aus dringt ein mehrschichtiges Plattenepithel auf das Organ hinüber; dieses wandelt sich aber bald in ein polygonales um, und es treten schließlich in größerer oder geringerer Anzahl Becherzellen innerhalb des Epithels auf. Die mucösen Elemente können sich derart häufen, daß ganz ähnlich wie beim Menschen (Enslin) intraepitheliale Drüsen gebildet werden (Zietzschmann).

In der Tiefe des bindegewebigen Grundstockes der Hundekarunkel sitzt eine zumeist aus mehreren (1 bis 9) Einzelpaketen bestehende Drüse, die man bisher als akzessorische Tränendrüse beschrieben hat (Szakall, Zietzschmann). Ihre Einzeldrüschen ordnen sich zumeist kreisförmig um das Zentrum des Karunkelkörpers an; jedes Paket hat einen eigenen

Ausführungsgang. Der Epithelbelag dieser Drüsen ist ein einfacher; ihm sind verstreut Korbzellen untergelagert. Das mikroskopische Bild der Zellen ähnelt bei Hämatoxylin-Eosinfärbung gewöhnlich dem der serösen Drüsenzelle; allerdings fehlen auf jeden Fall interzelluläre Sekretkapillaren, die man für echte seröse Drüsen fordern muß, und die in der Drüse der Menschenkarunkel gefunden werden. Mucinfärbungen werden in solchen Fällen negativ ausfallen. In einzelnen Karunkeln aber gibt es nach Mucikarminfärbungen schwache Reaktion im Zelleib, seltener ist dieser auf Schleim positive Ausfall der Probe stärker und ausnahmsweise erscheint die Drüse als echte Schleimdrüse, wie es Zietzschmann beschrieben hat. Somit weicht also, ganz abgesehen vom Aufbaue des Ausführungsganges, diese Drüse der Tränenkarunkel wesentlich vom Baue der Tränendrüse und der Drüse des dritten Lides beim Hunde ab. Ich kann mich deshalb auch nicht entschließen, sie weiterhin als akzessorische Tränendrüse zu bezeichnen und schlage den Namen Karunkeldrüse, Glandula carunculae lacrimalis, vor.

Die Tränenkarunkel des Hundes enthält alle typischen Epidermalgebilde der äußeren Haut: Haare, Talg- und Schweißdrüsen. An Haaren finden sich in der Hundekarunkel zumeist über 20 vor; sie stecken in der Brücke und der ihr benachbarten Karunkelkörperhälfte derart schief, daß sie gegen die Nase hin stark geneigt erscheinen. Es handelt sich durchgehends um muskelfreie Lanugohaare, die von einer eigenartig differenzierten (homogenisierten) inneren Balglage umgeben sind. Eine nicht geringe Anzahl zeigt auffallende Merkmale der Rückbildung, beziehungsweise mangelhafter Ausbildung; es fehlt ihnen der freie Schaft oder sie sind selbst im Wurzelteil stark reduziert, und sogar die Haarbalgdrüsen können in Mitleidenschaft gezogen sein.

Die Talgdrüsen sind stets an Haarbälge gebunden und erreichen eine recht beträchtliche Größe. Außer gewissen nebensächlichen Rückbildungserscheinungen lassen sie nur Bekanntes erkennen.

Die Schweißdrüsen sind, wenn auch nur spärlich, so doch regelmäßig beim Hunde zu finden (entgegen den bisherigen negativen Angaben). Sie zeigen außer gewissen Erscheinungen der Degeneration an einzelnen wenigen Exemplaren nichs Abnormes. Ihr Muskelzellbelag ist typisch ausgebildet.

Die schon äußerlich wahrnehmbare, in der Intensität allerdings schwankende Pigmentation der Karunkel, ist in allererster Linie an die tiefen Lagen des Epithels gebunden; in geringerer Menge treten im Bindegewebe Chromatophoren auf. Auch die Haare mit ihrer Wurzelscheide, die Ausführungsgänge der Karunkeldrüse und die Talgdrüsen

zeigen mehr oder weniger bedeutende Pigmenteinlagerungen, die aber selbstverständlich auf die Färbung des Gesamtorganes keinen Einfluß haben.

Das Lymphgewebe zeigt im allgemeinen nur mäßige Konzentration in einer subepithelialen Lage des engeren Karunkelkörpers und unter Umständen auch in der Umgebung der epidermalen Bildungen, zu denen ich hier auch die Karunkeldrüse mitgerechnet haben möchte. In der Hauptsache handelt es sich um mehr diffuse Lymphzellansammlungen.

Die Tränenkarunkel des Fuchses weicht von der des Hundes vor allem durch eine nicht unbedeutende Einfachheit im Aufbaue ab. Dem Epithel fehlen Becherzellen. Die Haare sind typische und durchweg normal ausgebildete Lanugohaare ohne spezifische Umwandlung in der inneren Haarbalglage. Die Talgdrüsen zeigen nichts Besonderes, während Schweißdrüsen in der untersuchten Karunkel fehlten. Desgleichen geht dem Organe eine Karunkeldrüse ab.

Die Tränenkarunkel der Katze enthält Becherzellen stets in reicher Menge; zur Bildung von intraepithelialen Drüsen kommt es jedoch nicht. Die Haare (20 bis 30 Stück) sind recht grob für die Kleinheit des Gesamtorganes und stets als wohlausgebildete Lanugoexemplare nachweisbar. Ihnen entsprechen mächtig ausgebildete Talgdrüsen, die wie bei den anderen Tieren stets an Haarbälge gebunden sind. Entgegen Szakall hat auch die Katzenkarunkel echte Schweißdrüsen. Eine Karunkeldrüse fehlt vollständig.

Die Tränenkarunkel der domestizierten Karnivoren ist somit ein Organ, das alle charakteristischen epidermalen Bildungen des Integumentum commune besitzt: Haare, Talgdrüsen und Schweißdrüsen. Sie ist ferner ausgezeichnet durch den Besitz von Becherzellen, die in einem sonst polygonalen, mehrschichtigen Epithel sitzen und beim Hunde zu intraepithelialen Drüsen sich zusammenlegen können. Beim wildlebenden Fuchs scheinen die Schweißdrüsen und die Becherzellen zu fehlen (allerdings konnte nur ein einziges Organ untersucht werden).

Mit dem Menschen verglichen ergibt vor allem die Karunkel des Hundes auffallende Übereinstimmungen: nicht nur die intraepithelialen Drüsen aus Becherzellen sind vom Menschen her bekannt; die menschliche Karunkel hat auch eine besondere Karunkeldrüse. Daß diese allerdings der des Hundes im feineren Bau nicht entspricht, kommt erst in zweiter Linie in Betracht. Als wesentlicher Unterschied mangeln dem Organe des Menschen nur die Schweißdrüsen.

Was nun die Stellung der Tränenkarunkel als Organ in den Systemen anlangt, so kann es mir keinen Augenblick zweifelhaft

erscheinen, die Tränenkarunkel als ein Stück Haut anzusehen, wie es auch von veterinär-anatomischer Seite von jeher geschehen ist. Dieses Stück Haut, das sich in conjunctivales Gebiet hineinverschiebt, zeigt allerdings Modifikationen (Becherzellen im Oberflächenepithel, Karunkeldrüse); diese sind aber doch nur sekundärer Natur. Vor allem ist festzuhalten, daß genetisch die Tränenkarunkel in toto aus dem Integumentum commune hervorgeht — wie ja die Conjunctiva auch. Und dieses Stück Integument entwickelt alle für die allgemeine Decke charakteristischen epidermalen Bildungen — Haare, Talgdrüsen und Schweißdrüsen. Dadurch dokumentiert sich die Tränenkarunkel als äußere Haut.

Wenn sie nun im Epithel die Neigung zeigt, durch Becherzellbildung sich dem Aufbau der Conjunctiva zu nähern, so ist das eine Erscheinung, die absolut den Hautcharakter nicht verleugnet oder verwischt. Sie ist lediglich als Zeichen der Modifikation und als Symptom der Annäherung an die Conjunctiva aufzufassen. Wenn z. B. Enslin, der mit anderen die Tränenkarunkel als ein Stück Schleimhaut (Conjunctiva) ansieht, glaubt daß es auch andere Schleimhäute mit Haaren usw. gäbe, so die „Schleimhaut" des Nasenvorhofes mit den starken Vibrissae, so irrt er auch in diesem Vergleiche. Denn die Auskleidung des Nasenvorhofes ist als echte Haut aufzufassen (siehe z. B. v. Ebners Handbuch); sie besitzt außer den Vibrissae zahlreiche Talg-, aber auch Schweißdrüsen. Der Übergang der äußeren Haut in die Nasenschleimhaut erfolgt erst in der Tiefe des Vorhofes. Ich erachte es demnach als unglücklich, wenn man wegen des Becherzellgehaltes und vielleicht noch wegen des Vorkommens einer besonderen Drüse die Tränenkarunkel als ein Schleimhautgebilde betrachtet. Nach meinem Ermessen ist die Tränenkarunkel ein echtes Hautorgan, das einige Modifikationen aufweist.

Literatur.

1. Bayer, J., Augenheilkunde. Aus Handbuch der tierärztlichen Chirurgie und Geburtshilfe von Bayer & Fröhner. Bd. V, 3. Aufl., 1914, p. 15.
2. Branca, A., Recherches sur la kératinisation du poil. Journ. de l'anat. et de la physiologie, Bd. XLVII, p. 545.
3. Ciaccio, G. N., Osservazioni interno alla struttura della conjunctiva umana. Bologna 1874.
4. Ellenberger, W., u. Baum, H., Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin 1912, 13. Aufl., p. 862.
5. Enslin, E., Die Histologie der Caruncula lacrimalis des Menschen. Archiv f. Augenheilk., Bd. LI, 1905, p. 253.
6. Giacomini, C., Annotazioni sopra l'anatomia del negro. Torino 1878, p. 39.



7. **Graefe**, R., Pathologische Anatomie des Auges. Orths Lehrbuch d. pathol. Anat. 1902.
8. **Green**, Über die Bedeutung der Becherzellen in der Conjunctiva. Arch. f. Ophthalm., Bd. XL, 1, 1894.
9. **Henle**, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. II, 1875, 2. Aufl.
10. **Hornickel**, P., Vergleichende Untersuchungen über den histologischen Bau der Tränendrüse unserer Haussäugetiere. Dissertation, Gießen 1905.
11. **Ishikuro**, K., Über die Becherzellen in der Conjunctiva. Dissertation, Jena 1903.
12. **Krause**, C., Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I, 1842, 2. Teil, 2. Aufl., p. 516.
13. **Krause**, W., Über die Drüsen der Conjunctiva. Zeitschr. f. ration. Medizin. Neue Folge, Bd. IV, 1854, p. 337.
14. — Allgemeine und mikroskopische Anatomie 1876, p. 159.
15. **Martin**, P., Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. I, 1912, 2. Aufl., p. 698.
16. **Sattler**, Beitrag zur Kenntnis der modifizierten Mollschen Schweißdrüse des Lidrandes. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XIII, 1877, p. 783.
17. **Stieda**, L., Über die Caruncula lacrimalis des Menschen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXXVI, 1890, p. 291.
18. — Untersuchungen über die Haare des Menschen. Anat. Hefte, Bd. XL, 1910, p. 285.
19. **Szakall**, J., Beiträge zur Anatomie der Tränenkarunkel unserer Haussäugetiere. Arch. f. wissenschaftl. u. prakt. Tierheilk., Bd. XXVI, 1900, p. 456.
20. **Tartuferi**, F., La Glandula di Moll studiate nelle palpebra del uomo e degli altri mammiferi etc. Arch. per le scienze mediche, Bd. IV, 1879, p. 1.
21. **Waldeyer**, W., Mikroskopische Anatomie der Cornea sclera, Lider und Conjunctiva im Handbuch der gesamten Augenheilkunde von Graefe-Saemisch. Bd. I, 1874, 1. Aufl., Kap. 2, p. 169.
22. **Zietzschmann**, O., Vergleichende mikroskopische Untersuchungen über den Bau der Augenlider der Haussäugetiere. Arch. f. Ophthalm., Bd. LVIII, 1, 1904, p. 61.
23. — Das Sehorgan im Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere von W. Ellenberger. Berlin 1906, Bd. I, p. 422 bzw. 540.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Horizontalschnitt durch die Tränenkarunkel des Hundes. Schnittdicke 10 μ; in Formalin-Alkohol 4 % fixiert. Hämatoxylin-Eosinfärbung. 60fache Vergrößerung. Das Oberflächenepithel rechts ist polygonales Epithel und führt zur Brücke; links geht es vom Karunkelkörper zur Conjunctiva über. Letzteres enthält Becherzellen. Die tieferen Epithelschichten sind teilweise pigmentiert.

a) Karunkeldrüse,
b) Haar,
c) Talgdrüsen,
d) Rinnensystem.

Fig. 2. Tränenkarunkel vom Hund. Vertikalschnitt, Schnittdicke 8 μ. Häufung der Becherzellen zu intraepithelialen Drüsen. Färbung mit Hämatoxylin-Eosin. 230 fache Vergrößerung.

a) intraepitheliale Drüse mit Ausführungsgang.

Fig. 3. Querschnitt durch ein in Reduktion befindliches Haar aus der Tränenkarunkel des Hundes. Schnittdicke 10 μ; 400 fache Vergrößerung.

Fig. 3a. Querschnitt durch den Bulbus; innere Haarbalglage noch locker; viel Pigment.

Fig. 3b. Querschnitt dicht über dem Bulbusteil, noch im Bereiche des schmalen Endteiles mit posthornartigem Anhang. Pigmentmenge gering. Haarbalglage noch locker und in der ganzen Dicke von Zellen durchsetzt.

Fig. 3c. Querschnitt ungefähr in der Mitte der Haarwurzel. Das verkümmerte Haar im Innern der allein ausgebildeten äußern Wurzelscheide. Innere Haarbalglage in innere, homogene, kernlose und äußere, faserige, kernhaltige Zone geteilt.

Fig. 3d. Querschnitt nahe den Talgdrüsen mit leistenartigen Verdickungen der äußeren Wurzelscheide und sekundären Veränderungen am Haarbalge.

Fig. 3e. Zusammenhang der „Haaranlage" mit dem Epithel der Talgdrüsen. Von der Haaranlage (a) ist nur noch ein Strang von nahe aneinandergefügten Epithelzellen übrig. b) Talgdrüsen.

Zum Schlusse liegt mir noch die angenehme Pflicht ob, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Zietzschmann für die allzeitig bereitwilligen und überaus nützlichen Ratschläge während der Ausführung meiner Arbeit den herzlichsten Dank auszusprechen.

Bibliographie.

Im Interesse einer vollständigen und raschen Berichterstattung wird um Einsendung von Sonderdrucken an den Herausgeber: Privatdozenten Dr. G. Freytag, München NW. 2, Elisabethstraße 21, gebeten.

Der Herausgeber dankt gleichzeitig auf diesem Wege allen Einsendern und wird von allen eingegangenen Arbeiten vergleichend-ophthalmologischen Charakters im nachfolgenden Abschnitte der Zeitschrift, der in seiner alphabetischen Anordnung Literaturverzeichnis und Referatsammlung zugleich darstellt, mindestens den Titel anführen, während eine nähere Besprechung vorbehalten bleibt.

Die in monographischer Form erschienenen Arbeiten sind mit einem * bezeichnet.

I. Allgemeines.

***Bayer, J.**, Tierärztliche Augenheilkunde (Handb. d. tierärztl. Chirurgie u. Geburtsh., herausgeg. v. J. Bayer u. E. Fröhner, Bd. V. 3. verbess. Aufl., 630 p. mit 284 Abb. im Texte und 20 Farbendrucktafeln, Wien u. Leipzig, W. Braumüller, 1914, Preis 21 Mk.).

Die neue Auflage des bekannten Lehrbuches berücksichtigt die Literatur bis zum Jahre 1913 einschließlich. Es ist hierdurch ein durchaus modernes, in allen Teilen sehr anschaulich geschriebenes Buch entstanden, das nicht nur dem Tierarzt, sondern ebensosehr jedem, der sich wissenschaftlich mit Augenheilkunde und vergleichender Ophthalmologie beschäftigt, eine Fülle von Anregung bietet. Die große Erfahrung, die der Verfasser auf den meisten Gebieten hat, trägt sehr wesentlich zu der Lebendigkeit des Stoffes bei. Wertvoll sind auch die zahlreichen Abbildungen pathologischer Befunde, welche speziell für den mit menschlicher Augenheilkunde sich Beschäftigenden dadurch interessant sind, daß sie die durch die Eigenart des tierischen Auges bedingten Eigentümlichkeiten von auch bei Menschen bekannten Erkrankungen veranschaulichen.

G. Freytag (München).



II. Anatomie.

Barbieri, N. A., Étude anatomique sur la terminaison arétinienne du nerf optique dans la série des Vertébrés (Compt. rend. de l'acad. des sciences, T. CLIV, p. 1532).

Bei den Vertebraten endet der Nervus opticus auf drei verschiedene Arten. Der erste Typus ist der des Kaninchens, der zweite der des Hundes und der dritte der des Menschen.

Beim ersten Typus, beim Kaninchen, durchbohrt der Sehnerv Sclera und Chorioidea und teilt sich auf der Retina in zwei Bündel (bandes optiques rétiniennes), in ein medianes oberes und in ein medianes unteres. Alle Nervenfasern (tubes nerveux) behalten ihren primitiven Durchmesser bis zum Eintritt in die zwei Bündel. Nach der Durchschneidung des Nervus opticus atrophieren die optischen Bündel der Retina progressiv, bis sie nach 6 Monaten verschwunden sind, während die Retina selbst keinerlei nennenswerte Läsionen aufweist. Die ganze Retina des Kaninchens ist in heißer Essigsäure löslich, ausgenommen die zwei Sehbüschel die wie alles Neuroplasma unlöslich sind.

Zum zweiten Typus, dem Typus des Hundes, gehören die Augen der meisten Säuger (Maus, Meerschweinchen), die Augen der Reptilien und Fische. Beim Hunde durchbohrt der Sehnerv die Sclera und endet an der Basis der Retina („disque optique"). Diese Sehscheibe ist rund und nicht von der Retina bedeckt; sie läßt sich auch in der Farbe wohl von der sie umgebenden Retina trennen. Die Nervenfasern (tubes du nerf opt.) sollen ihren primären Durchmesser bis über die Sclera hinaus behalten. Die Hunderetina ist in heißer Essigsäure löslich, während der Discus opticus unlöslich ist, „parce qu'il est formé par la terminaison du nerf optique". Bei den Fischen bildet die Sclera ein Loch, durch das der Sehnerv mit der pialen Scheide bis zur Basis der Retina hindurchtritt. Es ist sehr leicht, nach Durchtrennung der Dura des Nerven bei Fischen (Gadus morrhua, Gadus oeglefinus, Cabeljau) den Nervus opticus mit der gesamten Retina herauszuziehen. Andererseits ist aber die Retina gegenüber der halbmondförmigen Sehnerven-„Endigung" durch einen schwarzen Ring getrennt, der die Insertion der Lamina fusca darstellt. Die Retina von Gadus oeglefinus ist in destilliertem Wasser löslich, das mit einigen Tropfen Essigsäure versetzt ist, während der Opticus in kochender Essigsäure unlöslich ist. Die Retina der Fische wird durch zwei Blätter gebildet, deren inneres in keinerlei Beziehung zum Sehnerven steht. Mit Hilfe von Alkohol kann man beide Blätter trennen. Der Nervus opticus mehrerer Fische (Mullus barbatus, Zeus faber, Scomber

scombrus, Rascasse) bildet vom Ursprung bis zur halbmondförmigen Endigung eine Platte, die mehrfach in sich selbst eingefaltet ist und in die zylindrische Hülle der Dura mater eingefügt erscheint.

Zum dritten Typus, dem Typus des Menschen, gehören die Affen (Troglodytes niger, Macacus cynomolgus), das Rind, das Pferd, das Schwein und die Wirbellosen. Die Sclera bildet eine mehr oder weniger tiefe Exkavation, die Scleralgrube. Deren Grund wird durch eine runde Platte gebildet, die denselben Durchmesser wie der Sehnerv hat. Diese Platte wird durch ein translucides Bindegewebe hergestellt; es ist das Diaphragma opticum. Dasselbe hat keine Lücken; es läßt auch keine Nervenfasern (tubes nerveux!) durch. Beim Menschen, beim Rinde und auch noch beim Pferde kann man leicht den Sehnerven desartikulieren: Man braucht nur die Dura des Nerven zu durchschneiden und den Nerven unter Ziehen nach unten abzubiegen. Nach solcher Desartikulation des Sehnerven läßt der Bulbus auch bei Druck auf seine Hüllen keinen Flüssigkeitstropfen durch das Diaphragma opticum hindurchtreten.

Bei den Vögeln dringt nur ein ganz kleines Bündel von Nervenfasern durch die ovale Platte, die durch ein knorpeliges Bindegewebe gebildet wird, und endet im Pekten, ohne die geringsten Beziehungen zur Retina zu entfalten.

Die Retina der Mollusken (Sepia officinalis, S. elegans, Loligo vulgaris etc.) ist durch die Chorioidea vollkommen losgetrennt. Sie enthält Vitreusflüssigkeit, die auch nach längerem Verbleiben der Molluskenaugen in Alkohol noch flüssig bleibt. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Kirpitschowa-Leontowitsch, Wera, Zur Frage der Irisinnervation beim Kaninchen (v. Graefes Arch. f. Ophthalm., Bd. LXXIX, p. 385—392). Mit 2 Taf. u. 11 Fig. i. Text.

Verf. stellt folgende Typen für die Nervennetze der Iris auf: 1. Kernhaltiges Remaksches Netz auf der Vorderfläche der Iris. 2. Netz im Gebiete des Sphincters. 3. u. 4. Zwei Systeme von die Gefäße umgebenden Netzen. 5. Auf der Hinterfläche der Iris befindliches Netz.

In der Iris des Kaninchens sind Ganglienzellen vorhanden.

G. Freytag (München).

Leder, H., Über die Augen der Pontelliden und die Frontalorgane der Copepoden (Zoolog. Anz., Bd. XLIV, 1914, p. 105—122). Mit 5 Fig.

Die Pontelliden (marine Copepoden) besitzen ein medianes Ventralauge und zwei gesonderte laterale Dorsalaugen. Das Ventralauge be-

steht aus Linse, Pigmentbecher, Tapetum und sechs Retinazellen. Der Vorsprung der Körperwand, in dem das Auge liegt, ist bei dem Männchen größer als bei dem Weibchen. Auch die Linse zeigt verschiedene Ausbildung in beiden Geschlechtern. Der Pigmentbecher scheint aus zwei Riesenzellen gebildet zu sein. Das Tapetum liegt innerhalb des Pigmentbechers. Von den sechs Retinazellen liegen zwei in der Mitte und je zwei zu beiden Seiten. Von diesen drei Paaren ist jeweils die eine Zelle wesentlich größer und ihre Rhabdome besser ausgebildet. Die Zellen sind invertiert. Die Dorsalaugen bestehen aus einer Linse, vier Pigmentbechern, die in einer gemeinsamen Hülle liegen, und den Sehzellen. Von den Pigmentbechern liegen zwei medial und dorsal, die anderen beiden lateral und ventral. Die medialen Becher besitzen noch ein Tapetum. Der vordere von den Bechern enthält zwei, der hintere nur eine invertierte Sehzelle. In jedem der Lateralbecher liegen zwei Retinazellen; an die Stelle der Rhabdome sind bei diesen Phaosome getreten. Die Nervenfasern durchbrechen den Pigmentbecher. Es folgt eine allgemeinere Betrachtung der Frontalorgane der Branchiopoden, Cladozeren und Copepoden. *R. Demoll* (*Gießen*).

Scheuring, L., Die Augen der Arachnoideen (Zoolog. Jahrb., Anat., 1. Teil Bd. XXXIII, p. 553—636, mit 6 Taf. u. 15 Fig.; 2. Teil Bd. XXXIV, p. 369—464, mit 4 Taf. u. 16 Fig.).

Die ausgedehnte Untersuchung erstreckt sich über die meisten Gruppen der Arachnoideen. Nur die wichtigsten Resultate können hier erwähnt werden.

Scorpioniden. Die Retinazellen der Hauptaugen bestehen aus dem kerntragenden Teil, einem langen Halsstück und dem gegen dieses um 180° abgeknickten rhabdomtragenden Teil. Man hat sich vorzustellen, daß hier so wie es noch bei den Araneiden der Fall ist, ursprünglich der Kernteil der Zelle vor dem Rhabdom lag, und daß er dann zwischen der Rhabdomschicht hindurch sich nach hinten schob. Auf diese Weise wurde der inverse Charakter dieser Sehzellen verwischt, zumal da der Halsteil in enge Verbindung trat mit dem ihm dicht anliegenden Rhabdomteil. Zwischen den Retinazellen liegen Pigmentzellen. Das Auge wird umschlossen von einer Postretina, die ein Zellensyncytium darstellt. Das Sehfeld der Hauptaugen dehnt sich nach der Seite und oben aus. Die Sehfelder der Seitenaugen ergänzen sich gegenseitig zu einem gemeinsamen Sehfeld, das im wesentlichen den Aktionsbereich der vorderen Gliedmaßen und der Mundwerkzeuge umfaßt. Haupt- und Nebenaugen zeigen Pigmentwanderung. Da das Pigment stark reflektiert (beson-

ders die gelben Strahlen), so wirkt es im Dunkelauge zugleich als Tapetum.

Pedipalpen. Die Hauptaugen gleichen außerordentlich denen der Skorpione. Hier reflektiert das Pigment nicht. Bei einigen wird die kutikulare Linse durch eine zellulare ersetzt. Die Seitenaugen bestehen aus einem tiefen Tapetumbecher, in dem die Sehzellen invertiert sind. Die Sehfelder der Seitenaugen fallen ganz in die der Hauptaugen.

Solifugen. Sie besitzen zwei gut ausgebildete Augen mit Glaskörper und eversen Sehzellen. Die nervösen Elemente sind sehr klein, ihre Zahl ist bedeutend. Die Seitenaugen stellen rudimentierte Hauptaugen dar.

Pseudoscorpioniden. Ihre Augen sind mehr oder weniger stark rückgebildet. Sie sind abzuleiten von einem Typus, wie er uns in den Seitenaugen der Pedipalpen entgegentritt.

Araneiden. Hauptaugen. Die Augen der Netzspinnen zeigen durchweg einen primitiveren Bau als die der Lauf- und Sprungspinnen. Dies gilt auch für die Nebenaugen. Bei den Hauptaugen äußert sich dies besonders in der Bildung der Rhabdome und in der Entwicklung von Augenmuskeln, die bei den Salticiden eine hohe Differenzierung erreichen. Sie dienen dazu, die Richtung der Augenachse zu ändern. Besonders eingehend sind die großen und hoch differenzierten Hauptaugen der Salticiden untersucht.

Mit ganz wenigen Ausnahmen findet man, daß die Sehfelder der Hauptaugen innerhalb der vorderen oder der hinteren mittleren Nebenaugen liegen. Je weniger lebhaft die Tiere sind und je weniger dementsprechend die Augen differenziert sind, sowohl was Feinheit der Rhabdome als auch Zahl und Isolierung derselben anlangt, um so geringer ist die Ausdehnung des binokularen Sehfelds der Hauptaugen. Die Sehfelder der Nebenaugen zeigen keine nennenswerte Überdeckung unter sich. Eine ausgesprochene Pigmentwanderung findet in den Hauptaugen statt (Ausnahme Steatoda). Sie vollzieht sich in einer halben bis einer Stunde. In den Nebenaugen ist die Pigmentwanderung nicht so stark. Bei einigen im Dunkeln lebenden Formen fehlt sie hier ganz.

R. Demoll (*Gießen*).

Tretjakoff, D., Zur Anatomie des Auges der Kröte (Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. CV, Heft 4, p. 537).

Die Untersuchungen betreffen das Auge von Bufo cinereus, einem nächtlichen Tiere. Die Iris erscheint bis auf schmale nasale und temporale schwarze Sektoren rötlich-gelb. Die Pupille ist enger als sie bei äußerer

Betrachtung erscheint, da der Rand der Pupille schwarz umsäumt ist. In das Lumen der querovalen Pupille ragen von den Längsseiten ansehnliche, z. T. zerklüftete Anhänge hinein. Diese sind als Umbracula bzw. Opercula zu deuten, wie sie bei manchen Fischen und Säugetieren zu finden sind. Sie erscheinen tief schwarz und enthalten kleine Hohlräume, in denen manchmal kleine runde schwarze Zellen liegen. Die beiden Mm. protractores lentis liegen wie beim Frosche, sind aber stärker ausgebildet. Die Kröte hat einen M. tensor chorioideae dorsalis und ventralis und auch einen Sinus Schlemmii dorsalis und ventralis. Die Epithelzellen des inneren Blattes der Pars ciliaris retinae (im Bereiche der unteren mittleren Ciliarfalte) enthalten zwischen sich dünnwandige Blasen, die Ansammlungen von Sekret der Zellen darstellen. So werden die Epithelzellen des inneren Blattes vom äußeren Blatte abgehoben und in die dünne sphärische Umhüllung der Sekretblasen umgewandelt. Die Pupillaranhänge sind fast ausschließlich aus Epithelzellen aufgebaut. Der ventrale Anhang besteht aus der Fortsetzung der beiden Schichten der Pars iridica retinae; speziell liefert das Außenblatt die Hauptmenge der Zellen; selbstverständlich ziehen sich deren Elemente nicht als Dilatatorzellen in das Gebilde hinein. Aber direkt basal von ihm beginnt die Dilatatorschicht. Ganz ähnlich ist auch der dorsale Pupillaranhang gebaut. Die Fasern des M. spincter pupillae bewahren sich vollständig den direkten Anschluß an die Epithelzellen der Iris. In beiden Pupillaranhängen treten Hohlräume zwischen den Epithelzellen auf, die das Sekretionsprodukt dieser Zellen bergen. Nach allem muß man die Struktur der Anhänge für eine durch Sekretion hervorgerufene halten; von diesem Standpunkte aus erscheinen ihre individuellen Variationen verständlich. Als neutrale Phase ist die dichte Anordnung ihrer Zellen zu betrachten; Balken und Hohlräume entstehen wahrscheinlich im Laufe der Sekretion. Wie sich die Flüssigkeit dem Kammerwasser beimischt, ist schwer festzustellen, da direkte Verbindungen fehlen. Verf. vergleicht im übrigen seine Funde mit bekannten aus der Literatur. So erwähnt er den von Beer bei Bombinator gefundenen oberen Pupillaranhang, die Opercula in den Augen der Fische, die insbesondere Grynfeltt und Demelle beschrieben haben. Da diese Opercula außer Epithel auch Irisbindegewebe enthalten, so könne man nur von einer partiellen Homologie reden, meint Verf., entgegen dem total ablehnenden Standpunkt von G. und D. Besonders wichtig erscheint dem Verfasser die Tatsache, daß das Operculum in der Form der Traubenkörner auch bei Säugern sich wieder findet, wo sie Lange und Zietzschmann beschrieben haben. Die Verhältnisse bei Bufo stimmen ganz überraschend überein mit Zietzschmanns Funden beim Pferde und auch bei

Wiederkäuern. Verf. schlägt vor, all die Gebilde mit einem bestimmten Namen zu belegen, welcher ihre Homologie betont. Die bis jetzt üblichen Bezeichnungen: Operculum, Umbraculum, Granulum iridis drücken ein zu lokales Verhältnis dieser Gebilde aus. Unter diesem Namen klingt Umbraculum am indifferentesten und spricht die allgemeine Funktion, die in der Verminderung der Beleuchtung des Augenhintergrundes besteht, richtig aus. Deshalb spricht Verf. von Umbraculum dorsale und U. ventrale.

Die Papilla nervi optici ist bei der Kröte und beim Frosch mit einem gliösen und nicht vaskularisierten Polster versehen; sie bietet also gleiche Verhältnisse wie die Pupille in den Augen vieler Reptilien.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Tüffers, P., Die Entwicklung des nasalen Endes des Tränennasenganges bei einigen Säugetieren (Anat. Hefte, 1913, 147. u. 148. H., IXL. Bd., p. 402—440).

Verf. hat Modelle des Tränennasenganges von verschiedenen Säugetierembryonen angefertigt, und dabei das Hauptaugenmerk auf das Verhalten des nasalen Endes gerichtet. Er beschreibt den Verlauf des Ganges und betont besonders, daß bei verschiedenen Säugetieren außer der vorderen Öffnung des Ganges auch noch eine hintere Anlagerung an den unteren Nasengang stattfindet. Die nasale Mündung des Tränennasenganges kann an zwei Stellen liegen. „Die vordere liegt im Nasenvorhof, die hintere unter der unteren Muschel. Entweder ist nur die vordere Mündung erhalten, oder die hintere oder beide. Das zwischen beiden gelegene Stück ist bei den verschiedenen Säugetierklassen verschieden ausgebildet, von einer intakten Röhre bis zu Rinnen, ja es kann vollständig schwinden.“ *R. Seefelder* (*Leipzig*).

Zimmermann, K., Über die Facettenaugen der Libelluliden, Phasmiden und Mantiden (Zoolog. Jahrb., Anat., 1914, Bd. XXXVII, p. 1—36). Mit 2 Taf. u. 3 Fig.

Verf. richtet sein Hauptaugenmerk auf die Frage nach der Homologie der Hauptpigmentzellen mit den Corneagenzellen. Die Untersuchung bestätigt die Ansicht von Hesse, daß die in der Zweizahl vorkommenden Corneagenzellen der Apterygoten und Ephemeriden den in den übrigen Insektengruppen vorkommenden zwei Hauptpigmentzellen homolog sind. Bei den Hemimetabolen haben diese Zellen während der Häutung die neue Linse zu bilden und behalten daher stets den Kontakt mit der Cornea, reichen aber doch auch schon zu beiden Seiten der Krystallkegel

herab und bilden hier einen Lichtschirm. Bei den Holometabolen nehmen sie noch an der Bildung der über der Cornea gelegenen Puppenhülle teil, können sich aber dann von der Cornea zurückziehen, um nur noch als Lichtschirm zu wirken. *R. Demoll* (*Gießen*).

III. Physiologie.

1. Allgemeines.

Gutmann, A., Physiologische Untersuchungen über Lageveränderungen des Bulbus in der Orbita (Zeitschr. f. Augenheilk., Februar 1914).

Die Aufgabe der Untersuchung war die Verschieblichkeit des Augapfels in seiner Längsachse bei ruhiger Rückenlage festzustellen. — Neben physiologischem Interesse haben diese Verhältnisse auch für pathologische Zustände Bedeutung. — Die Untersuchungen wurden in ruhiger Rückenlage bei Blickrichtung der Augen vertikal nach oben und leichter passiver Lidöffnung vorgenommen. Es diente dazu ein dem Schiötzschen Tonometer formähnliches Giezometer. An einem Stativ mit Griff zum Einlegen für Daumen und zwei Finger befindet sich ein Hebel. An diesem ist nach oben eine Feder befestigt, die auf einer Skala Ausschläge von 0,1 mm anzeigt. Der andere Hebelarm steht nach unten mit einer Schale in Verbindung für Meßgewichte von 15 bis 50 g. Die Schale hat unten einen Fuß, der in eine ausgehöhlte Platte von der Krümmung der Hornhaut endigt. — Der Apparat wird aufgesetzt mit der rechten Hand, welche sich auf die Stirne des Patienten stützt. — Nun wird auf die O-Stellung eingestellt und ein Assistent legt vorsichtig die verschiedenen Gewichte auf. Der Ausschlag der Feder gibt in Zehntelmillimetern die Zurückschiebung des Bulbus an. Den Versuchen am Lebenden schickte Verf. solche am enukleierten Bulbus voraus zur Feststellung wie viele Bruchteile eines Millimeters die Eindrückbarkeit der Cornea beträgt. Es fanden sich folgende Werte bei 15 g Belastung 0,2 mm Eindrückbarkeit, bei 20 g 0,2 mm, bei 25 g 0,3 mm. Die Ergebnisse seiner Versuche sind: Unter völliger Ausschaltung des Druckes der Lider, der Muskelwirkung läßt sich eine physiologische Verschiebbarkeit feststellen. — Die Durchschnittsgrößen der axialen Verschieblichkeit waren bei Kindern bei 15 g 0,6 bis 0,7 mm, bei 20 g 0,8 mm, bei 25 g 1,0 bis 1,1 mm, bei Erwachsenen beträgt die axiale Verschiebung bei 15 g 0,7 bis 0,8, bei 20 g 1,0 mm, bei 25 g 1,2 mm. Bei alten Leuten von 60 Jahren ist

die Verschieblichkeitsgröße bei 15 g um 0,1 mm, bei 20 g um 0,2 mm, bei 25 g um 0,3 bis 0,5 mm größer. Das dürfte vom Schwunde des Orbitalfettes und von geringerer Füllung der orbitalen Blutgefäße herrühren. Unterschiede der Geschlechter sind nicht nachweisbar. Bei symmetrischen Orbitae, annähernd gleicher Refraktion, sind die Werte auf beiden Seiten gleich. Bei Asymmetrie ergeben sich wesentliche Unterschiede.

F. Ruhwandl (*München*).

Tümpel, Die Bedeutung des vorderen Punktauges bei Aeschna juncea L. und Aeschna cyanea Müll. (Zeitschrift f. wissensch. Insektenbiol., Bd. VIII, 1. F. Bd. XVII, 1912, p. 167—173 u. 218—225). Mit 8 Fig.

Verf. beschäftigt sich eingehend mit der Bildproduktion dieses hinsichtlich der Gestalt seiner Linse eigentümlichen Auges. Er kommt zu dem Schluß, daß Gegenstände, die in der Verlängerung der Linsenachse liegen, nicht gesehen werden können, einmal wegen der zu großen Brennweite der Linse und dann auch wegen der seltsamen Lage derselben. Nur schräg auf die Linse auffallende Strahlen können in Betracht kommen. Der Astigmatismus, der sich für diese Strahlen bei einer sphärischen Linse ergeben würde, wird hier durch die hintere zylindrische Fläche der Linse korrigiert. Durch die Schiefstellung der Linse wird bewirkt, daß Strahlen, die von unten her einfallen, an der oberen Seitenwand der Linse reflektiert werden und so der untere Teil der Retina ein von diesem Spiegel reflektiertes Bild erhält. Verf. konnte sich am Präparat davon überzeugen, daß die Linse auf diese Weise zwei Bilder produziert. Nahe Gegenstände können in dem oberen und in dem unteren Bild zugleich auftreten. Verf. nimmt daher an, daß dadurch eine Entfernungslokalisation vermittelt wird. (Gegen diese Annahme spricht, daß dies nur für die allein so eigentümlich gebauten Mittelocellen dieser Formen gelten könnte, und damit die Frage nach der Bedeutung aller anderen Ocellen offen bliebe. Auch kann eine präzise Lokalisation durch dieses Auge schon deshalb nicht vermittelt werden, weil das Auftreten des Objekts in beiden Bildern nicht allein von seiner Entfernung, sondern auch durch seine Größe bestimmt wird. Vielmehr scheint die Bedeutung der Schiefstellung der Linse und des reflektierenden Spiegels in einer Erweiterung des Sehfelds nach unten zu liegen, die auf andere Weise hier nicht erreicht werden könnte. Ref.) *R. Demoll* (*Gießen*).

2. Licht- und Farbensinn.

Dressler, A., Über das Verhalten der Lichtempfindlichkeit und der Pupillarreaktion bei Dunkelaufenthalt von Pferden und Hunden (Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. CLIII, 1913, p. 137).

Der erste Teil der Publikation behandelt das Verhalten der Lichtempfindlichkeit bei Dunkeladaptation von Pferden und Hunden im Vergleich zum Menschen.

Der Verlauf der Dunkeladaptation erfolgt bei Pferden und Hunden, wie aus ihrem Verhalten gegenüber Hindernissen bei verschieden starker Beleuchtung zu schließen ist, im allgemeinen träger als beim Menschen, und zwar beim Pferd im allgemeinen noch träger als beim Hunde. Bei Versuchen an Hunden ist es höchst wichtig, den ihren Gesichtssinn unterstützenden Geruchssinn auszuschalten.

Die Dunkeladaptation führt beim Pferde binnen etwa einer Stunde zu einem durchschnittlich niedrigeren Niveau der Empfindlichkeit als beim Menschen. Pferde mit relativ großer Adaptationsbreite vermögen bloß die Menschen mit relativ geringer Adaptationsbreite zu erreichen. Bei Pferden wie bei Hunden erweist sich die Empfindlichkeit nach zwei- oder sechsstündigem Lichtabschluß nicht wesentlich höher als nach bloß einstündiger Dauer.

Unter den Pferden scheinen ebenso wie unter den Menschen (nach A. v. Tschermak) zwei unscharf abgegrenzte Typen zu existieren, von denen der eine durch eine durchschnittlich raschere Steigerung der Empfindlichkeit und durch größere Adaptationsbreite ausgezeichnet ist gegenüber dem anderen; doch könnten sich diese beiden Eigentümlichkeiten auch unabhängig voneinander abstufen. Bei Hunden scheint der Verlauf der Empfindlichkeitssteigerung und die Adaptationsbreite individuell sehr verschieden zu sein.

Längerer Aufenthalt in einer Bergwerksgrube scheint den Anstieg der Adaptationskurve zu beschleunigen bzw. steiler zu machen. Die Geschwindigkeit der Dunkeladaptation erweist sich beim Pferde ebenso wie beim Menschen abhängig von dem Grade der vorausgegangenen Helladaptation.

Der Anstieg der Adaptationskurve erscheint bei Darstellung nach Potenzwerten (nach dem Prinzip von Best) beim Pferde ebenso wie beim Menschen angenähert geradlinig bzw. in einem sehr flachen, parabelähnlichen Bogen verlaufend. Doch könnten auch Fälle mit einer Wendepunktskurve vorkommen, wofür in erster Linie eine für das betreffende

Individuum überstarke Helladaptation oder Blendung in Betracht käme. Die Kurven der reziproken Werte der Schwellengrößen (nach dem Prinzip von Piper) zeigen bei Pferden einen späteren Wendepunkt als beim Menschen.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit dem Verhalten der Pupillarreaktion bei Dunkelaufenthalt von Pferden. Die Resultate sind:

1. Die Werte des vertikalen scheinbaren Pupillendurchmessers nehmen (bei 14 Pferden im Alter von 5 bis 10 Jahren) für Lichtintensitäten zwischen 16 und 600 Hefnerkerzen anfangs schnell, später jedoch langsam ab.

2. Die Geschwindigkeit und das Ausmaß der Pupillenreaktion nimmt bei Pferden mit der Länge der Zeit, während welcher das Auge dauernd nur schwachen Lichtintensitäten ausgesetzt ist, beständig ab.

3. Die Pupillenweite und die Trägheit der Pupillarreaktion scheinen mit der Empfindlichkeitszunahme des Auges bei Dunkeladaptation in keinem nachweisbaren Zusammenhange zu stehen.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Franz, V., Die phototaktischen Erscheinungen im Tierreiche und ihre Rolle im Freileben der Tiere (Zool. Jahrb., Abt. für allgem. Zool. u. Physiol., Bd. XXXIII, 2. H., p. 259—286).

Verf. berichtet über seine Untersuchungen über die Phototaxis bei Wassertieren, ausgenommen Protozoen.

Es ergab sich, daß die am häufigsten zu beobachtenden Erscheinungen der Phototaxis von zweierlei Art sind:

a) Bei einigen Tieren, insbesondere bei den am Meeresgrunde geborenen, planktonischen Larvenstadien, bemerkt man anfänglich ein unentwegtes Hingehen nach dem Lichte. Da sie dadurch in das freie Wasser gelangen, kann man diese Bewegung als „Phototaxis als Schwärmbewegung" bezeichnen.

b) Bei viel zahlreicheren Tieren lösen erst ungewöhnliche Bedingungen, wie Einengung, Erschütterung, schmerzhafte Einwirkungen, ungeeignetes Wasser usw., die phototaktischen Erscheinungen aus, während dieselben vor und nach jenen Einwirkungen bei sonst ganz gleichbleibenden Lichtbewegungen nicht eintreten. Da durch diese Bewegungen die Tiere aus dem Bereich störender Einwirkungen in das Bereich günstigerer Bedingungen gelangen, können wir in diesen zahlreichen Fällen von „Phototaxis als Fluchtbewegung" sprechen.

In keinem Falle wird wahrscheinlich, daß die Tiere des Meeres und

Süßwassers tägliche periodische Vertikalwanderungen ausführten oder daß die für diese Hypothese in Anspruch genommenen Beobachtungen wirklich so gedeutet werden müßten. Mindestens in der oft angenommenen schematischen Allgemeinheit werden jene Wanderungen nicht stattfinden.

Weiter ergab sich, daß in einer früher nicht erkannten Weise die Fluchtbewegungen einer großen Anzahl von Tieren durch das Licht dirigiert werden: die Tiere gehen dem stärksten bzw. schwächsten Lichte entgegen, nicht als ob es für sie von Bedeutung wäre, dieses als solches aufzusuchen, sondern sie haben darin in der Regel ein Mittel, gleichzeitig ungünstigen Einwirkungen auszuweichen. *G. Freytag* (*München*).

Freytag, G., Lichtsinnuntersuchungen bei Tieren. I. Fische. Phoxinus laevis (Ellritze, Pfrille).

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. IV, Heft 1, p. 68 bis 82, Jan. 1914.

Frisch, K. v., Weitere Untersuchungen über den Farbensinn der Fische (Zool. Jahrb., Abt. f. allgem. Zool. u. Physiol., Bd. XXXIV, Heft 1, 1913, p. 43—68). Mit 5 Abbild.

Verf. bot Pfrillen in besonders konstruierten Glasröhrchen mit farbiger Wandung Futter, „dressierte" sie so auf bestimmte Farben und beobachtete dann, unter Weglassung des Futters, nach welchen Röhrchen von einer Kombination solcher die Tiere schwammen. Ferner machte Verf. zum Teil gemeinsam mit R. Hertwig neue Versuche auf farbigem Untergrund, teilweise mit neuer Versuchsanordnung. Er polemisiert weiter gegen v. Heß und dessen Bemerkungen über das Hochzeitskleid.

Die Resultate Verf.s sind folgende:

Die Pfrille vermag im Gegensatz zur Honigbiene rote Farben von Grau und Schwarz scharf zu unterscheiden, auch Gelb, Grün und Blau wird als Farbe gesehen. Grün und Blau wird voneinander und von anderen Farben unterschieden, nicht dagegen wird Rot und Gelb voneinander unterschieden. Für die Farbenanpassung ist der Untergrund in weitestem Sinne maßgebend, um so mehr, unter je größerem Gesichtswinkel er vom Fisch gesehen wird. *G. Freytag* (*München*).

Heß, C., Experimentelle Untersuchungen über den angeblichen Farbensinn der Bienen (Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. u. Physiol., Bd. XXXIV, Heft 1, 1913, p. 81—106).

Im ersten Teil der Arbeit werden die bisherigen irrigen Vorstellungen über das Bestehen eines Farbensinnes bei der Biene durch Darlegungen

und kontrollierende Versuche widerlegt. Im zweiten Teil wird über neue Versuche berichtet, in denen bewiesen wird, daß ein „Dressieren" der Tiere auf eine bestimmte Farbe unmöglich ist, wenn nur alle nötigen Kautelen zur Ausschließung von Beobachtungsfehlern getroffen werden, u. a. wird auch bewiesen, daß die Farbe des Flugloches ohne Einfluß auf die Bienen ist. Im dritten Teil wird die auch anderweitig vom Verf. angewandte Methode, die darin besteht, daß zwei nebeneinander aufgestellte verschiedenfarbige Flächen den in einem Behälter befindlichen Tieren, die die Tendenz haben, nach der helleren Seite zu gehen, dargeboten werden, in sinnvoll modifizierter Weise für die Bienen benutzt. Es ergab sich hierbei, daß die Bienen stets nach der Seite gehen, die für den total farbenblinden Menschen die hellere ist, gleichgültig, in welcher Farbe diese Seite dem normalen Menschen erscheint. Verf. konstatiert, daß bisher nicht eine einzige Tatsache bekannt geworden ist, die die Annahme eines dem unseren irgend vergleichbaren Farbensinnes bei Bienen auch nur wahrscheinlich machen könnte. Angesichts dessen kann auch die Lehre Sprengels von der Bedeutung der Blumenfarben für den Insektenbesuch nicht länger verteidigt werden. *G. Freytag* (*München*).

Heß, C., Eine neue Methode zur Untersuchung des Lichtsinnes bei Krebsen. Mit 6 Textabb.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. IV, Heft 1, p. 52 bis 67, Jan. 1914.

Heß, C., Untersuchungen zur Physiologie des Gesichtssinnes der Fische (Zeitschr. f. Biol., Bd. LXIII, Heft 6 u. 7, Febr. 1914, p. 245—274). Mit 12 Textfig.

Verf. brachte junge Weißfische in ähnlicher Weise wie schon früher Atherinen u. a. in ein Spektrum und zeigte, daß sie sich darin so verhalten, wie es zu erwarten steht, wenn ihre Sehqualitäten die gleichen sind wie beim total Farbenblinden.

Ferner wurden Fische in ein Behälter beim Fenster gebracht und ihnen in ähnlicher Weise wie früher den Culexlarven und Bienen verschiedenfarbige Flächen dargeboten, wobei sich zeigte, daß die Tiere stets nach der Seite schwammen, die dem total farbenblinden Menschenauge als die hellere erscheint, einerlei, wie diese vom farbentüchtigen gesehen wird.

Weiter wird gezeigt, in wie geringen Wassertiefen bereits rote Färbungen unsichtbar werden und wie wenig infolgedessen Wassertiere von solchen Schmuckfärbungen sehen können. Durch exakte physikalische

Erörterungen und Versuche wird nachgewiesen, daß ein unter Wasser befindliches Auge bei ruhigem Wasser dessen Oberfläche keineswegs als Spiegelfläche wahrnimmt und daß ferner der Silberglanz der Fische in anderer Weise dazu beiträgt, den von unten gesehenen Fisch unauffällig zu machen, als dies z. B. Franz annimmt.

Im Hinblick auf die biologische Bedeutung des Verhaltens der Fische zum Lichte wird ferner die Franzsche Hypothese, nach der es sich hier um eine „Fluchterscheinung" und ein „Laboratoriumsprodukt" handeln sollte, eingehend widerlegt, und die Auffassung begründet, daß die Schwimmbewegung zum Hellen wohl zu einem großen Teile durch das Nahrungsbedürfnis bestimmt wird. *G. Freytag* (*München*).

Heß, C., Untersuchungen über den Lichtsinn mariner Würmer und Krebse (Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. CLV, p. 421, 435, Febr. 1914). Mit 3 Textfig.

Mit Zuhilfenahme eines mattschwarzen Tunnels mit darin meßbar verschieblicher Glühbirne, mit einer Spektralvorrichtung und anderen Methoden wurden die durch Lichtstärkenverminderung auszulösenden Reaktionen bei Serpula contortuplicata, einem marinen Röhrenwurm, zur Erforschung des Lichtsinnes dieser Tiere benutzt, wobei sich zeigte, daß sich Serpula in jeder Hinsicht so wie ein unter entsprechende Bedingungen gebrachter total farbenblinder Mensch verhält, die Reaktionen sind unvereinbar mit der Annahme, daß diese Tiere „auch Farbensinn" haben könnten.

Bei Krebsen (Balanus) wurden entsprechend modifizierte Versuche mit farbigen Papieren angestellt, bei denen sich gleichfalls ergab, daß die Tiere die Sehqualitäten eines total farbenblinden Menschen haben. Es wird ferner gezeigt, daß die übliche Unterscheidung verschiedener Arten von Lichtreaktionen als „Phototropismus" und als „Unterschiedsempfindlichkeit" unzweckmäßig ist und leicht zur Verwirrung führt; sie ist daher zu verlassen. *G. Freytag* (*München*).

Kammerer, P., Nachweis normaler Funktion beim herangewachsenen Lichtauge des Proteus (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. CLIII, 1913, p. 430).

Wie im Band III dieses Archives p. 245 referiert worden ist, ist es Verf. gelungen, durch abwechselnde Tages- und Rotbelichtung des heranwachsenden Proteus dessen Auge zur vollen Ausbildung zu bringen. „Das embryonale Dunkelauge ist ein wohlausgebildetes larvales Lichtauge geworden."

Diese morphologischen Ergebnisse lassen notwendig die psychologische Frage auftauchen: Können die Proteen mit ihren artifiziell vergrößerten Augen wirklich sehen? Die Entscheidung, ob solche Tiere mit ausdifferenzierten Augen tatsächlich sehen, muß deshalb schwer fallen, da sich bereits der blinde kümmeräugige Olm benimmt, als ob er sehend wäre: Seine Hautoberfläche ist in hohem Grade helligkeitsempfindlich. Neue Untersuchungen haben Verf. zu folgenden Schlußsätzen geführt:

Das groß gewordene und bis zum Grade eines normalen Larvenauges oberirdisch lebender, sehender Amphibien ausdifferenzierte Lichtauge des Olmes übt tatsächlich die Funktion des Sehens aus, wie durch das Zeigen von Reizobjekten, die die Raubgier des Tieres erregen, erwiesen wird, indem man alle anderen als optischen Reize, insbesondere die taktilen Reize fernhält.

Die sehenden wie die nichtsehenden Olme besitzen Ansätze eines assoziativen Gedächtnisses:

a) die sehenden Olme lernen nach wiederholtem, in kurzen Pausen erfolgendem Anstoßen an die Glasscheibe, daß sie der jenseits befindlichen Beute unmöglich habhaft werden können, und schnappen eine Zeitlang gar nicht mehr.

b) Die blinden Olme verwandeln ihre negative Phototaxis in positive, wenn sich das Erscheinen des sie ursprünglich sehr erschreckenden Lampenlichtes mit jedesmaliger Fütterung verknüpft.

O. Zietzschmann (Zürich).

Lasareff, P., Theorie der Lichtreizung der Netzhaut beim Dunkelsehen (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. CLIV, 1913, p. 459).

Verf. kommt zu folgenden Schlüssen:

1. Aus der Annahme, daß bei der Wirkung des Lichtes auf die Netzhautpigmente (Sehpurpur) ein photochemischer Prozeß verläuft, wurde die Konzentration der Reaktionsprodukte abgeleitet.

2. Es wurde aus dem allgemeinen, früher von mir theoretisch gefundenen Gesetz der Erregung (Loebsches Gesetz) und aus der Gleichung der photochemischen Reaktion in den Netzhautzellen die Bedingung für den minimalen Erregungszustand der Netzhaut gefunden.

3. Die allgemeine Formel der Erregung wurde auf die Wirkung der verschiedenen Strahlen auf die Netzhaut angewandt, wobei sich ein einfaches Gesetz herausgestellt hat, nach welchem der Reizschwelle beim Dunkelsehen gleiche vom Sehpurpur absorbierte Energiemengen ent-

sprechen. Dies Gesetz stimmt vollkommen mit den experimentellen Untersuchungen überein.

Es wurden auch die Helligkeitswerte der verschiedenen Strahlen des Spektrums berechnet, wobei die Resultate die von König und Trendelenburg experimentell gefundenen Ergebnisse bestätigen.

4. Die Anwendung der allgemeinen Formel der Erregung auf die Empfindungen bei kurzdauernder Belichtung (während der Zeit t) gibt dabei die Beziehung

$$It = a + bt$$

(I ist die Lichtintensität bei der Reizschwelle, a und b sind Konstante).

Diese theoretische Formel gilt für homogenes und für gemischtes Licht und stimmt mit den Beobachtungen von Blondel und Rey vollkommen überein.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Schulz, Hugo, Über den Einfluß des santonsauren Natrons auf die Fähigkeit, Hell und Dunkel bei derselben Farbe zu unterscheiden (Pflügers Archiv f. d. ges. Phys., Bd. CLIV, 1913, p. 140).

Das Endergebnis der Versuche gestaltet sich folgendermaßen:

Die Digitalis besitzt die Fähigkeit, bei gesunden Menschen das Unterscheidungsvermögen für Hell und Dunkel bei Grün zu modifizieren.

Die Art dieser Modifikation entspricht dem Arndtschen biologischen Grundgesetz.

Je nach der Höhe der gewählten Dosierung nimmt das Unterscheidungsvermögen entweder zu, so daß die Unterscheidungsfähigkeit bei der eingeschlagenen Arbeitsmethode bis auf 1 mm oberhalb und unterhalb des Nullpunktes gesteigert wird, oder aber es nimmt, unter Anwendung größerer Dosierung, ganz erheblich ab. Das in dieser Hinsicht bei diesen Versuchen beobachtete Maximum betrug 16 mm oberhalb und unterhalb des Nullpunktes.

Im Stadium der Zunahme der Unterscheidungsfähigkeit erscheint das Grün dunkler und intensiver wie vor- und nachher; im Stadium der Abnahme erscheint es innerhalb einer gewissen Breite weiß oder grau; es tritt mithin für die Dauer dieses Stadiums innerhalb der genannten Breite Grünblindheit ein.

Bemerkenswert ist die kurze Zeit, welche notwendig ist, um den Anfang der Digitaliswirkung kenntlich werden zu lassen.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

3. Saftströmung.

Hamburger, C., Über die Ernährung des Auges (Berl. ophthalm. Gesellsch., 11. Dez. 1913).

Nach der Filtrationstheorie geht durch das Auge ein langsamer Strom, dessen Quelle der Ciliarkörper darstellt, der durch die Pupille in die Vorderkammer fließt und im Schlemmschen Kanal mündet, sich also umgekehrt verhält, wie jedes andere Stromgebiet, das an der Quelle klein ist, sich allmählich verbreitert und am breitesten an der Mündung ist.

Drei Gründe werden angeführt zum Beweis, daß der Ciliarkörper die Quelle des Ernährungsstromes sei, alle drei sind unrichtig: 1. Sein blutreicher Bau. Er ist aber nicht gebaut nach dem Prinzip sezernierender Drüsen, sondern eines Schwellkörpers. Er ist reich an Venen und hat wenig oder keine Kapillaren. 2. Ein embryologischer Grund: Die Vorderkammer soll sich erst bilden, wenn nach Zerreißung der Pupillarmembran das Ciliarkörpersekret durchtreten kann. Verf. zeigt zur Widerlegung einen Schnitt durch ein embryonales Auge mit intakter Pupillarmembran und ausgebildeter Vorderkammer. 3. Der Ciliarkörper soll das Ernährungsorgan sein, weil es Augen gibt ohne Iris, aber nicht ohne Ciliarkörper. Demgegenüber zeigt Verf. die Bilder von Fischaugen und Eidechsenaugen, die keinen Ciliarkörper haben, nicht einmal ein Rudiment. — Gegen die Auffassung des Ciliarkörpers als Quelle einer ständigen Strömung spricht, daß: 1. jedesmal, wenn er absondert, sein Sekret völlig von dem physiologischen verschieden ist; 2. er sich refraktär verhält gegen diffusible Substanzen (Fluoresceïn usw.). Verf. zeigt Bulbi, die er nach subkutaner Injektion von Fluoresceïn und Aesorcin hat gefrieren lassen und dann durchsägt hat. Das Eis in der Vorderkammer ist gefärbt, das Eis der Hinterkammer und des Ciliarkörpers farblos.

Als Quelle einer meßbaren intraokularen Strömung kann der Ciliarkörper somit nicht angesprochen werden, seine Absonderung muß geringer sein als die der Iris.

Diskussion:

Abelsdorff: Es gibt nicht nur Tieraugen ohne Ciliarkörper, sondern auch solche ohne Iris. Die Anschauung, daß der Ciliarkörper nur unter besonderen Bedingungen absondert, für gewöhnlich nicht, ist unvereinbar mit den sonstigen Erfahrungen der Physiologie. Es mag sein, daß der Ciliarkörper nicht allein das Kammerwasser produziert, aber die einseitigen Anschauungen vom Verf. sind aus physiologischen Gründen nicht zutreffend.

Greeff: Die Behauptung, daß die Quelle eines Stromgebietes stets kleiner sein müsse als das Verbreitungsgebiet und die Mündung, trifft wohl zu auf die Ströme der Erde, aber nicht des Körperkreislaufs (Carotis, Kapillaren).

Türk vermißt Berücksichtigung der Aderhaut- und Netzhautgefäße. Soll der Umstand, daß diese Gefäßgebiete auf den Fluorescinversuch nicht reagieren, vielleicht beweisen, daß sie an der Ernährung des Auges nicht beteiligt sind?

Krückmann: Der Ciliarkörper ist entwicklungsgeschichtlich identisch mit dem Plexus chorioideus des Gehirns. Daß dieser den Liquor cerebrospinalis absondert, ist sicher. Da ist es sehr unwahrscheinlich, daß sich das analoge Organ, der Ciliarkörper, bei der Bildung des Kammerwassers nicht beteiligen soll. Die Bilder von Fluoresceïninjektion sagen nur etwas Koloristisches aus, nichts hinsichtlich der Funktion. Wäre es nicht möglich, daß das Kammerwasser vom Ciliarkörper gebildet würde und daß die Beimischung aus den Irisgefäßen stammt?

Hamburger: Nicht daß Augen ohne Iris, sondern daß sie ohne Ciliarkörper bestehen können, muß die herrschende Lehre erklären. — Der Ciliarkörper ist durchaus nicht das einzige Organ, das nur auf Reiz in Funktion tritt. Bei den Verdauungsdrüsen, bei den Tränendrüsen ist es nicht anders. — Der Vergleich mit dem Körperkreislauf ist hinfällig, da im Auge die Triebkraft des Herzens fehlt. — Das Auge verhält sich nicht anders wie andere Körperhöhlen. Die Entleerung geht nicht durch die Blutgefäße, sondern durch die Lymphbahnen vor sich. Verf. will dies im nächsten Vortrag beweisen. Es resorbiert und sezerniert jeder Abteil des Auges für sich, auch der Ciliarkörper, aber die Quelle einer nachweis- und gar meßbaren Strömung ist er nicht. — Aus der koloristischen Differenz zwischen Iris und Ciliarkörper müßte man auf eine physiologische schließen. So sei es auch in der Niere, wo durch indigschwefelsaures Natron nur die Tubuli contorti, nicht die Glomeruli blau würden. *C. Adam* (*Berlin*).

Hamburger, C., Über den Weg und über die Mündung der intraocularen Saftströmung (Berl. ophthalm. Gesellsch., Sitzung vom 22. Jan. 1914).

Es wird in der Tierreihe verfolgt, ob der Weg von der Hinter- in die Vorderkammer frei ist. Bei den Fischen ist dies mit Sicherheit anzunehmen, denn es besteht ein „aphakischer“ Raum zwischen Iris und Linse, da letztere die Pupille nicht ausfüllt. Bei den Amphibien besteht freie Kommunikation wahrscheinlich nur bei denjenigen, bei denen

Heß ein Polster an der Irisrückseite entdeckt hat: dieses hat nach Heß die Aufgabe, die Verbindung zwischen vorn und hinten sicherzustellen, die sonst leicht durch die abnorme starke Krümmung der Linse bei der Akkommodation gefährdet werden würde, denn hierdurch wird sehr viel Kammerwasser, welches ausweichen muß, verdrängt. Wo dieses Polster fehlt, wie bei den Schildkröten, tritt nach Injektion von Fluorescin oder Milch in den Glaskörperraum resp. in die Vorderkammer keine Farbe in den Nachbarraum. Bei den Vögeln entdeckte Heß eine Lücke im Ciliarring, sie besteht bei den Tagvögeln. Nur bei diesen trat vorn injizierter Farbstoff über; bei den Nachtvögeln, wo die Lücke fehlt, niemals. Aus Abelsdorffs und Wesselys Arbeit ergibt sich eine große Differenz zwischen Humor vitreus und aqueus noch stundenlang nach der Punktion des Glaskörpers: vitreus eiweißfrei, aqueus stark eiweißhaltig (Eule). Dies spricht sehr stark für weitgehende Trennung zwischen vorn und hinten im Auge. Bei den Säugetieren liegen viele, nur in diesem Sinne zu deutende Beobachtungen vor (Ewald, Deutschmann u. a.). Hamburger teilt Versuche mit Neutralrot mit, welches, in die Vorderkammer eingeführt, beim lebenden wie beim toten Tiere, nur die im Bereich der Pupille liegenden Linsenteile kreisrund färbt. Beim Menschen ist die wichtigste Beobachtung von Heine: Napfkucheniris, welche ohne hintere Synechien seit Geburt durch Aplasie des Gewebes besteht; durch Cocain entleert sich der Napfkuchen, durch Eserin wird die Iris wieder gebläht und trotzt jedem Lidkneifen, Stoßen, Drücken des Auges usw. Der physiologische ventilartige Pupillenabschluß muß also die Annahme ersetzen, wonach der supponierte, intraoculare, vom Ciliarkörper angeblich herrührende Saftstrom frei seinen Weg durch die Pupille nimmt.

Als Mündung des Saftstromes gilt der Schlemmsche Kanal. Von den hierfür angeführten Beweisen wird besprochen:

1. Die besondere Qualifikation des Kanals wegen seiner peripheren Lage. Da er aber noch durch Scleralfasern vom Humor aq. abgetrennt ist, während die Iris mit ihren Krypten direkt eintaucht, erscheint seine Lage weniger günstig als die der Iris.

2. Der Schwalbe-Lebersche Hauptversuch: Da er während des Lebens nach Verf.s Versuchen erst bei 40 mm Hg zustande kommt, lassen sich die Schlüsse im Sinne der geltenden Filtrationstheorie nicht ziehen, denn bei dieser Druckhöhe wird die Iris komprimiert, kann also mit dem in die starre Sclera eingebetteten Kanal nicht verglichen werden.

3. Die angebliche Anhäufung mikroskopisch nachweisbarer Farbstoffe gerade im Bereich des Schlemmschen Kanales. Aus den vom Verf. ge-

zeigten Bildern geht aber hervor, daß die Anhäufung in der Iris viel größer ist.

Nach Verf.s Versuchen sind es nicht die Blutgefäße, welche den Humor resorbieren, sondern die perivaskulären Lymphspalten, deren Existenz und Bedeutung die geltende Lehre in Abrede stellt. Beweis: Durch manometrische (50 mm Hg) Einbringung löslichen Farbstoffes in die Vorderkammer wird Färbung des episcleralen Gefäßkranzes hervorgerufen; wird nunmehr der Druck vermindert, auf 15 oder 10 mm oder noch weiter, so daß nichts mehr in die Vorderkammer einströmen kann, so müßte der Farbstoff aus den Blutgefäßen momentan verschwinden; da er hierzu aber 5 bis 10 Minuten Zeit braucht, sei er nicht in den Blut-, sondern in den perivaskulären, durch den Überdruck ausgedehnten Lymphräumen. Dasselbe Ergebnis hätte Leboucq-Gent erzielt, dem es gelungen sei, durch Injektion kleinster Mengen sterilen Öles in die Vorderkammer und Härtung in Osmiumsäure die perivaskulären Lymphräume mikroskopisch nachzuweisen.

Verf. bestreitet die Resorptionskraft des Schlemmschen Kanales nicht, nimmt aber an, daß sie zu derjenigen der Iris sich verhalte wie der Querschnitt des Kanales zum Gesamtquerschnitt der Irisgefäße. Sämtliche Wände der Vorderkammer, sehr wahrscheinlich auch die Hornhaut, nähmen an der Resorption teil, ferner Iris und Ciliarkörper. Am besten zeigten dies die Bilder von Nuele und Leboucq. Nicht diese Hamburgersche und Otto Weißsche Auffassung sei „einseitig", sondern vielmehr die herrschende, welche so gut wie ausschließlich den Schlemmschen Kanal beteiligt. An der Hand zahlreicher Demonstrationen aus der Glaukomliteratur (beim Menschen und bei Tieren, bei letzteren läßt sich nach Verf. durch Nigrosininjektion künstliches Glaukom hervorrufen), wird besprochen, daß beim Glaukom niemals der Schlemmsche Kanal allein erkrankt, sondern stets auch die Iris und der Ciliarkörper. Die Heilwirkung der Iridektomie bleibt dunkel; durch Freilegung des Schlemmschen Kanals wirke sie sicherlich nicht, ein diesbezüglicher Versuch wird mitgeteilt. *C. Adam (Berlin).*

4. Nervenleitung.

Christen, Ein Experiment zum Akkommodationsreflex (Med.-pharmaz. Bezirksverein Bern, Korrespondenzbl. f. Schweiz. Ärzte, XLIII. Jahrg., p. 210).

Man nimmt ein größeres Stück weißes Papier mit einem schwarzen Fleck von einigen Millimetern Durchmesser und visiert gegen diesen durch

eine sehr enge Blende, etwa ein dicht vor das Auge gehaltenes Stethoskop. Jeder Druck auf das Auge ist dabei zur Vermeidung einer Deviation zu verhüten. Das zweite Auge bleibt zunächst geschlossen. Nachdem der Fleck durch die Blende gut fixiert ist, öffnet man das andere Auge und erblickt sofort zwei Punkte (Flecken). Die Bilder sind gekreuzt, die Bulbi stehen also in Divergenz. Wird die Blende vor dem einen Auge gelassen, so ist ohne lange Übung es durchaus unmöglich, die beiden Bilder zur Vereinigung zu bringen. Dabei sieht man beide Bilder mit voller Schärfe. Die Akkommodation und die Konvergenz sind also dissoziiert, der Zwangslauf ist aufgehoben, und zwar durch die Ausschaltung der peripheren Netzhautpartien.

Es ergibt sich nach Verf. aus diesem Versuche, daß der Ursprung des Reflexes jedenfalls nicht allein in der Fovea centralis liegen kann.

Dazu schreibt unter dem gleichen Titel **Th. v. Speyer** in der gleichen Zeitschrift p. 298, daß er auf Grund mehrfacher Kontrollversuche an sich selbst und an 5 anderen Personen verschiedenen Alters, die aber sämtlich beiderseits emmetrope und normalsehende Augen hatten, die Resultate nicht bestätigen könne. Es hatte keine der Personen irgendwelche Mühe, die beiden ursprünglich monokularen Bilder binokular zur Vereinigung zu bringen, und zwar ohne daß diese Personen suggestiv beeinflußt gewesen wären. Bei einer 7. Person mit 1 bis 2 Dioptrien Myopie gelang die Vereinigung der Doppelbilder allerdings erst nach einiger Anstrengung; aber eine Myopie von 1 bis 2 Dioptrien ist eben nicht mehr als normal anzusehen. Das Experiment vom Verf. gelingt nach der Meinung v. Sp.s i. d. R. nur unter leicht pathologischen Bedingungen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Minkowski, M., Experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen der Großhirnrinde und der Netzhaut zu den primären optischen Zentren, besonders zum Corpus geniculatum externum (Arbeiten aus dem hirnanatom. Institut der Universität Zürich, Wiesbaden 1913, Heft VII und med. Habilitationsschrift).

Verf.s experimentelle Studien über die Beziehungen der Großhirnrinde und der Netzhaut zu den primären optischen Zentren wurden an der Katze ausgeführt. Der Arbeitsplan des Autors ist folgender: Historisches über die optischen Bahnen und Zentren. Methoden der Funktionsprüfung. Normal-Anatomisches über die Area striata und das Corpus geniculatum externum der Katze. Experimentelles: große partielle Exstirpationen der

Area striata; kleine Exstirpationen aus dem Bereiche der Area striata; Exstirpationen aus der 2. Windung (Gyrus suprasylvius) der Konvexität des Okzipitallappens; totale Exstirpation der Area striata; Enukleation der Augen. Allgemeine Betrachtungen beschließen die Monographie.

Verf.s physiologische Untersuchungen am Hunde (vgl. dieses Archiv, 1913, Bd. III, 3. u. 4. Heft, p. 421) hatten in Übereinstimmung mit Munk zu dem Ergebnis geführt, „daß Exstirpationen des vorderen Teiles der Area striata ein dauerndes Skotom in der unteren, solche des hinteren Teiles der Area striata in der oberen Hälfte der temporalen drei Viertel des Gesichtsfeldes des gekreuzten Auges zur Folge haben, und daß demnach „eine konstante Projektion der Netzhaut auf die Sehrinde besteht, und zwar so, daß im vorderen Teile derselben die oberen, im hinteren die unteren Teile der Netzhaut vertreten sind“. Dürfte man die bezüglichen Verhältnisse vom Hund auf die Katze und umgekehrt übertragen, so wäre man, nachdem bei der Katze eine Beziehung der vorderen Teile der Area striata zu den vorderen, der hinteren zu den hinteren Teilen des Corpus geniculatum externum nachgewiesen ist, und auch für das periphere Neuron eine Projektion der Netzhaut auf das Corpus geniculatum externum angenommen werden muß, zur Annahme geneigt, daß auch die vorderen Teile des Corp. genic. ext. mit den oberen, die hinteren mit den unteren Teilen der Netzhaut verbunden sind. Der Hund wird deshalb herangezogen, weil bei der Katze die physiologische Beobachtung für die Frage nach der Projektion der Netzhaut auf die Hirnrinde keine genügenden Anhaltspunkte geliefert hat. Dafür ist die Zahl der Beobachtungen und die Dauer derselben nicht groß genug; auch ist eine genaue Feststellung des Gesichtsfeldes bei der Katze, besonders bei jungen Tieren wegen ihrer großen Lebhaftigkeit viel schwieriger als beim Hunde, und es ist möglich, daß sich partielle Skotome leichter dem Nachweis entziehen. Nach kleinen partiellen Exstirpationen der Area striata hat der Autor ähnlich wie beim Hunde keinen Ausfall im Gesichtsfelde feststellen können; und von den beiden lange Zeit hindurch beobachteten Tieren mit großen partiellen Exstirpationen hat man nur in einem Falle einen Ausfall beobachtet (Exstirpation des hinteren Teiles der Area striata bei einem halberwachsenen Tiere — sekundäre Degeneration des hinteren Teiles des Corp. genic. ext.), der demjenigen entsprach, was man nach den Ergebnissen am Hunde erwartet hatte: ein Skotom in der oberen Hälfte des temporalen Dreiviertels des Gesichtsfeldes am gekreuzten Auge; die Störung bestand ziemlich unverändert bis zum Tode des Tieres zwei Monate nach der Operation. In einem anderen Falle (Exstirpation des vorderen Teiles der Area striata bei einem vierwöchigen Tiere — De-

generation der vorderen zwei Fünftel des Corp. genic. ext.) war von Anfang an keinerlei Ausfall im Gesichtsfeld nachweisbar (beim Hunde dagegen wurde nach ähnlichen Exstirpationen ein dauernder Ausfall in der unteren Hälfte der temporalen drei Viertel des Gesichtsfeldes am gekreuzten Auge beobachtet); möglicherweise sind bei jüngeren Tieren die Kompensations- und Ausgleichsmöglichkeiten nach partiellen Exstirpationen der Sehrinde viel günstiger als bei erwachsenen, so daß hier ein Skotom gar nicht zum Vorschein kommt; auch daran ist zu denken, daß bei der Katze als einem Tier, bei dem der Gesichtssinn eine größere Rolle spielt als beim Hunde, diese Möglichkeiten ausgiebigere sind.

Daß die verschiedenen Quadranten der Retina bei den höheren Säugern zu bestimmten Abschnitten der Sehrinde in viel engeren Beziehungen stehen als zu anderen, ist ein notwendiges physiologisches Postulat. Da auf optische Reize, die in verschiedenen Teilen des Gesichtsfeldes auftauchen, und somit bestimmte Netzhautpunkte treffen, entsprechende Einstellungsbewegungen der Augen erfolgen, so ist es „die räumlich feste kortikale Repräsentation der verschiedenen Augenbewegungsarten, die durch Lichtreize angeregten Blickbewegungen, welche eine genaue Projektion der Retina (und zunächst eine solche auf die primären optischen Zentren und dann auf die Sehsphäre) fordern“ (v. Monakow).

Durch die Untersuchungen vom Verf. ist das Vorhandensein von anatomischen Bedingungen für eine derartige Projektion, und zwar sowohl für das periphere wie für das zentrale optische Neuron nachgewiesen worden; und es unterliegt keinem Zweifel, daß diese „relativ festen Innervationswege“ unter normalen Umständen „in ganz bestimmten Richtungen und im Sinne der raschesten Beförderung in der Richtung des geringsten Widerstandes“ (v. Monakow) benützt werden; eine andere bisher unentschiedene Frage ist es, in welchen Grenzen und auf welche Weise ein Teil derselben unter pathologischen Bedingungen (z. B. nach partiellen Zerstörungen der Sehrinde oder der Sehstrahlung) entbehrt werden kann, ohne daß ein nachweisbarer Funktionsausfall zum Vorschein kommt.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Werner, H., Untersuchungen über den blinden Fleck (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. CLIII, **1913**, p. 475).

Die Meinungen der Forscher über den blinden Fleck gehen ziemlich stark auseinander. Die einen stehen auf dem Standpunkte, daß die dem blinden Fleck korrespondierende Stelle durch Vorstellungen erzeugt wird; die anderen behaupten, daß dem blinden Fleck ein psychologisches Nichts

korrespondiere. Nach seinem Experimenten stellt sich der Verf. auf die Seite der zuletzt erwähnten Autoren:

Alle Untersuchungen haben widerspruchslos ergeben, daß der blinde Fleck als psychologisches Nichts innerhalb der visiblen Kontinuität einerseits eine Deformation erzeugt, andererseits eine Verringerung der Ausdehnung. Ebenso sind Farbenschwankungen eine Folge der Zusammenschrumpfung solcher Extensitäten.

Anhangsweise bespricht Verf. den binokularen Ausgleich der beiderseitigen blinden Flecke und den Einfluß der zahllosen kleinen blinden Flecke auf die Beschaffenheit des Netzhautbildes. Solche kleine blinde Stellen finden sich insbesondere an den Endpunkten des vertikalen Netzhautdurchmessers. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

IV. Diagnostik.

Salzmann, Die Ophthalmoskopie der Kammerbucht (Versamml. deutsch. Naturf. u. Ärzte 1913).

Wenn man ein Auge, dessen vordere Kammer von Natur aus tief ist, so weit von der Seite betrachtet, daß die Hornhaut völlig im Profil gesehen wird, so verschwindet die Iris fast ganz hinter dem Rande der Sclera. Wirft man nun in dieser Stellung mit dem Augenspiegel Licht ins Auge, so leuchtet das Hornhautprofil in einem hellweißen Lichte auf. Dieser weiße Reflex rührt von dem gegenüberliegenden Rande der Sclera her, der ja, wie bekannt, merklich über die Ebene der Iris vorspringt. Das Auftreten dieses weißen Reflexes ist das Zeichen, daß eine erfolgreiche Untersuchung der Kammerbucht möglich ist.

Denn dazu ist vor allem eine gewisse Tiefe der vorderen Kammer nötig. Die Sichtbarkeit der Kammerbucht hört auf, wenn die Tiefe der vorderen Kammer geringer ist als $^1/_4$ des Krümmungsradius der Hornhaut — wobei aber nicht der Krümmungsradius im Scheitel der Hornhaut, sondern der jenes Randteiles zu setzen ist, durch den allein die Kammerbucht gesehen werden kann.

Die Richtung, in der die Kammerbucht sichtbar ist, schließt, wie schon angedeutet wurde, mit der Achse des untersuchten Auges nahezu einen rechten Winkel ein. Daraus folgt aber, daß man am leichtesten die nasale Seite der Kammerbucht sehen kann, weil die dazu erforderliche Stellung des untersuchten Auges durch eine Kopfdrehung aufgebracht werden kann. Will man andere Stellen der Kammerbucht untersuchen, so muß das untersuchte Auge extreme Blickbewegungen ausführen und

auch die Stellung des Untersuchers wird recht unbequem, denn er muß, um z. B. die untere Seite der Kammerbucht zu sehen, ganz von oben her in das Auge blicken. Das Festhalten solcher extremer Blickrichtungen wird aber den meisten Leuten recht schwer, ja bei tiefliegenden Augen ist es überhaupt nicht möglich, mehr als die nasale Seite der Kammerbucht zu sehen.

Das ist ein großer Nachteil, aber er fällt weniger ins Gewicht als der, daß in vielen Augen die vordere Kammer nicht die genügende Tiefe besitzt. In diesem Falle erhält man den hellweißen Reflex nicht, sondern, wenn man auch noch so weit zur Seite geht, nur einen Reflex von der Farbe der Iris.

Aber es gibt ein Mittel, um der vorderen Kammer die für die Untersuchung der Kammerbucht nötige Tiefe zu verleihen und dieses Mittel ist das Kontaktglas.

Man kann die Kammerbucht im aufrechten und im umgekehrten Bilde untersuchen. Da aber infolge des sehr schiefen Strahlendurchganges durch die Hornhaut eine sehr starke Aberration besteht, so erhält man mit der Methode des aufrechten Bildes wohl einzelne Details, aber keinen Überblick.

Es werden dann die näheren anatomischen Einzelheiten geschildert und die klinische Verwertbarkeit der Methode erörtert.

G. Freytag (*München*).

V. Pathologie.

1. Mißbildungen. Vererbungen.

Devide, J., Hypoplasia bulbi (Veterinarski Vjesnik, 1913, p. 489). (Kroatisch.)

Es handelt sich um einen Microphthalmus congenitus beim Fohlen. Der Bulbus hatte nur Erbsengröße. Schon ein früher geborenes Füllen des gleichen Muttertieres hatte ein angeborenes Augenleiden gezeigt (mit Blindheit), obwohl Mutter wie Vater nicht augenkrank waren.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Hayashi, M., Beiträge zur Kenntnis der pathologischen Anatomie und Pathogenese der Cyclopie (v. Graefes Arch. f. Ophthalm., 1911, Bd. LXXX, p. 135—152). Mit 3 Taf.

Bei einem Fall handelte es sich um einen Fötus aus dem 7. bis 8. Monat. Der makroskopisch einheitliche Bulbus setzte sich in Wirklich-

keit aus zwei Anlagen zusammen, von denen nur die linke zu höherer Entwicklung gelangte, während die andere sehr rudimentär geblieben war. Die Verschmelzung war im oberen Abschnitt eine viel vollständigere, so daß hier nur eine einzige Höhle vorlag, während unten für alle Gebilde die Doppelanlage deutlich war. Ein Rüssel fehlte auffallenderweise.

Im zweiten Falle handelte es sich um einen einzigen Augapfel in der Medianlinie bei einer fast ausgetragenen Frucht. Mikroskopisch war eine Doppelanlage nachweisbar mit ebenfalls sehr weitgehender Verschmelzung. In der Verschmelzungsgegend bestand ein typisches Aderhautcolobom. Außerdem bestand hochgradige Faltenbildung der Netzhaut.

Verf. neigt für seine Fälle zu der Annahme einer im Laufe der Entwicklung stattgefundenen Verschmelzung zweier von Anfang an getrennt angelegter Keime. *G. Freytag (München).*

Jensen, P., Angeborene Augenkrankheit bei Ferkeln (Maanedsskrift for Dyrlaeger, 1913, Bd. XXIV, p. 499).

In zahlreichen Würfen junger Schweine, von verschiedenen Eltern abstammend, die nicht in Verwandtschaftsbeziehungen stehen, wurde Mikrophthalmus oder innere Augenentzündung bei der Geburt konstatiert. Meist blieb kein Einzeltier eines Wurfes verschont. Verf. glaubt, wohl mit Recht, daß beide Vorkommnisse im Prinzip auf die gleiche Ursache und auf die gleichen Vorgänge zurückführbar seien: die mit Mikrophthalmus geborenen Tiere sind bereits frühzeitig intrauterin erkrankt, die anderen zu späteren Zeiten des fötalen Lebens. Es handelt sich sicher um die gleichen Vorgänge, die R. Keil in diesem Archiv mehrfach in schöner Weise demonstriert hat.

Die Augenerkrankungen führt der Verf. zurück auf die Verfütterung giftig wirkender Getreidefuttermittel. Fast ausnahmslos wurden die Muttertiere in den gedachten Fällen mit amerikanischem Weizen (Manitubaweizen) gefüttert, der, in den letzten Schwangerschaftsmonaten als Hauptfutter gegeben, gefährlich zu sein scheint. In einem Falle nur wurden indische Erbsen verfüttert. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Kraupa, E., Über zirkumskripte grubenförmige Ektasie am Augengrunde (Zeitschr. f. Augenheilk., Februar 1914).

Bei einer 32jährigen Patientin mit hochgradiger Myopie fand sich beiderseits $^1/_5$ P. D. medial von der Papille eine rechts ovale, links mehr rundliche Grube. An dem gegen die Papille gerichteten Ende ist der Übergang in die Vertiefung ein allmählicher. Oben und unten hängen die Ränder der Grube steil über und erscheinen grauweißlich. Die

Refraktionsdifferenz zwischen tiefster Stelle und Rand der Grube beträgt schätzungsweise rechts 2, links 4 bis 5 Dioptrien. Am Grund der Grube sind feine Netz- und Aderhautgefäße deutlich sichtbar. —

Verf. gibt keine Erklärung der Erscheinung, schließt aber Colobom, sowie die Bildung eines sekundären Staphyloms nach hinteren skleritischen Prozessen aus. *F. Ruhwandl* (*München*).

Leplat, Georges, Description et interprétation d'un fœtus humain cyclope (Archives d'ophtalmologie, août 1913).

Unter Beifügung von einem makroskopischen und zwei Schnittbildern beschreibt Verf. ein Cyklopenauge eines menschlichen Fötus, der im 7. Monat ausgestoßen wurde. Das Auge ist einheitlich in der Anlage; es besteht Mikrophthalmus; ihm fehlt die Cornea; es besteht vollkommene Aniridie, ein Colobom des Ciliarkörpers und der Chorioidea und ein mesodermaler vaskularisierter Conus am Boden der Augenanlage; der Bulbus enthält aber zwei gut getrennte Linsen. Der Fall wird mit der Literatur ausführlich verglichen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Leplat, Georges, Production artificielle de têtards cyclopes et anophthalmes (Annales et bulletin de la soc. de méd. de Gand, 1913, Vol. IV, 79. Jahrg.).

Mit Sicherheit konnte Verf. feststellen, daß durch Einwirkung von LiCl auf das in der Entwicklung begriffene Ei des Frosches Mißbildungen des Nervensystems hervorgerufen werden können, die zu Cyklopie und Anophthalmus führen. Dieser Einfluß ist dem Lithium zuzuschreiben. Neue Versuche sollen an Tritoneneiern ausgeführt werden. Dem interessanten Artikel sind sechs Bilder beigegeben.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Lutz, A., Über einige Stammbäume und die Anwendung der Mendelschen Regeln auf die Ophthalmologie (v. Graefes Arch., Bd. LXXIX, p. 393—427). Mit 4 Taf.

Verf. kommt durch Analyse einer Anzahl von Stammbäumen Augenkranker zu folgenden Ergebnissen:

a) Es folgen den Regeln dominantmerkmaliger Vererbung: Distichiasis, Ptosis, Colobom, Glaukom, Cataracta senilis, verschiedene Formen von Cataracta congenita, die knötchenförmige und gittrige Keratitis und vor allem die kongenitale stationäre Nachtblindheit. Diese zeigen also den Typus der direkten Vererbung (Bollinger).

b) Es folgen den Regeln rezessivmerkmaliger Vererbung: Retinitis pigmentosa, Albinismus, totale Farbenblindheit, Chorioretinitis familiaris, sowie alle Augenleiden vom Typus der kollateralen Erblichkeit (Bollinger).

c) Die Mendelschen Regeln geben die Erklärung, warum die Ehe unter Blutsverwandten bei den dominanten Leiden keine besondere, bei den rezessiven dagegen eine so hervorragende Rolle spielt.

d) Die Mendelschen Regeln illustrieren aber auch die Gefährlichkeit der Ehe unter Blutsverwandten überhaupt, selbst wenn die Aszendenz durch einige Generationen hinauf äußerlich gesund ist.

e) Eine Sonderstellung nimmt der Typus der „geschlechtsbestimmten" Vererbung ein, wie ihn Daltonismus und hereditäre Optikusatrophie zeigen (Horner-Bollingerscher Typus der indirekten Vererbung).

Es sind die Beobachtungen noch zu erbringen, die die Bateson-Nettleshipsche Theorie bestätigen: es gibt zwei Arten von Spermatozoen und zwei Arten von Ovula.

Solche, die nur das männliche Geschlecht bestimmen und solche, die nur das weibliche bestimmen. Es können das Krankheitsgen nur übertragen das weibliche Spermatozoon und das männliche Ovulum.

f) Bei der irregulären oder diskontinuierlichen Vererbung ist zur Erklärung dieses Verhaltens speziell zu achten auf uneheliche Zwischenspiele, interkurrente Blutsverwandtschaft und die Beteiligung des Geschlechts beim Wechsel der Dominanz in die Rezessivität.

So ergibt sich für uns, unter Anlehnung an zoologisch-botanische Ergebnisse, bei der Erblichkeitsforschung auf folgende Punkte zu achten:

1. Nicht nur auf die männliche, sondern auch auf die weibliche Aszendenz einer jeden Generation.

2. Auf korrelative Beziehungen der Krankheit zu Geschlecht und anderen Merkmalen.

3. Auf die Zahlenverhältnisse der Erkrankten zu den Gesunden und der Gesamtzahl der Konzeptionen in den verschiedenen Generationen.

4. Inwiefern die Heirat unter Blutsverwandten die Anzahl der Erkrankten häuft.

5. Inwiefern sich die Mendelsche Regel: a) Uniformität der F_1-Generation bei Kreuzung zwischen Homozygoten, b) Spaltung in F_2 in ganz bestimmten zahlenmäßig ausdrückbaren Verhältnissen, bestätigen läßt.

6. Schlüsse zu ziehen nur aus Stammbäumen, die durch mehrere Generationen untersucht werden konnten und die eine möglichst große Kinderzahl aufweisen.

Zu bedenken ist, daß diese Regeln nichts darüber aussagen, wodurch das Krankheitsgen bedingt ist, ob durch endogene oder exogene Einflüsse auf die Fortpflanzungszellen, sondern daß sie allein zeigen, daß es sich um eine Veränderung handelt, die dem Keimplasma der Betreffenden eigentümlich ist und die deshalb von Generation zu Generation sich forterbt. Sie sagen also nichts aus über die Natur des Krankheitsbildes, sie zeigen nur die Wege dessen Verbreitung.

So ergeben sich neue Gesichtspunkte für die Stammbaum- und Sippschaftsforschung, und wenn diese Regeln auch nichts dem ätiologischen Forscher geben und nichts dem Therapeuten, so sind sie doch von maßgebender Bedeutung für den Hygieniker, den Familienarzt und eventuell den Gesetzgeber. *G. Freytag* (*München*).

Rössler, F., Atypische Iriscolobome und andere Mißbildungen des Auges (v. Graefes Arch. f. Ophthalm., 1911, Bd. LXXX, p. 296—306). Mit 1 Tafel u. 5 Fig. im Text.

Fall I: Colobom nach innen oben, Cataracta pyramidalis anterior. Fall II: Große Iriscolobome mit Defekten des vorderen Blattes. Cataract, Staphyloma posticum. Fall III: Mikrophthalmus, Colobom nach oben. Fall IV: Brückencolobom, Ectopia lentis. Neuritis. Fall V: Superfizielles Brückencolobom.

Verf. schließt sich der Ansicht an, daß die Ursache dieser atypischen Colobome persistierende Gefäße resp. das mit diesen eindringende abnorme Mesodermgewebe sei. *G. Freytag* (*München*).

2. Experimentelles.

Römer u. Kochmann, Über die Wirkung des Komaserums auf gesunde Tiere (Berl. ophthalm. Gesellsch., Sitzung vom 27. Nov. 1913).

Dem Komaserum wohnt die Fähigkeit inne bei gesunden Tieren eine Hypotonie der Augen herbeizuführen. Die Konzentration der in ihm enthaltenen Stoffe ist offenbar eine verschiedene; zuweilen reichen schon 3 ccm aus, zuweilen sind 10 ccm erforderlich, um eine länger dauernde Senkung des intraokularen Druckes herbeizuführen. Diese hypotonisierende Wirkung des Komaserums kann nicht auf osmotische Vorgänge zurückgeführt werden, sondern muß auf eine spezifische Substanz bezogen werden. Auch beim experimentellen Diabetes ist nur dasjenige Serum wirksam, welches von Tieren stammt, die im Koma zugrunde gehen. Eine Möglich-

keit beim pankreasexstirpierten Hunde das Koma diabetikum mit Sicherheit zu erzeugen, wurde leider bisher noch nicht gefunden.

C. Adam (*Berlin*).

Steindorff, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung des Aalserums auf das menschliche und tierische Auge (Berl. ophthalm. Gesellsch., Jan. 1914).

Die durch das Eindringen von Aalblut in den Bindehautsack hervorgerufene Entzündung, für die Verf. die Bezeichnung „Conjunctivitis ichthyotoxica" vorschlägt, verläuft in fast allen Fällen gleich. Es gibt Menschen, deren Bindehaut gegen Aalserum immun ist. Im Selbstversuch konstatierte Verf., daß das mehrfache Überstehen der C. ichthyotoxica eine erworbene Immunität schafft. Das Serum verschiedener Aale besitzt wechselnde Giftigkeit, die auch im Schwanken des hämolytischen Titres ihren Ausdruck findet. Kossels Versuche, daß die roten Blutkörperchen passiv immunisierter Kaninchen gegen die Aalserumhämolyse resistenter werden, konnte Verf. bestätigen. Einträufelung inaktivierten Aalserums ruft keine Reizung der Bindehaut hervor. Bisweilen zeigt sich nach intravenöser Aalserumeinspritzung mäßiger Exophthalmos. Kaninchen, Hunde, Katzen, Pferde und Ziegen reagieren auf die Einträufelung mit mehr oder weniger starker Conjunctivitis, Meerschweinchen, Ratten, Affen und Vögel aber nicht. Subconjunctivale Injektion von Aalserum ruft eine mit wachsender Dosis steigende schwere Reizung hervor. Auch hier bildet sich eine lokale Immunität aus. Gibt man Dosen über 0,1 ccm, so kommt es zur Nekrose der Bindehaut und schweren Ernährungsstörungen in der Cornea, die nur zum Teil rückbildungsfähig sind. Daß das Aalserum ein Gefäßgift ist, beweisen die anatomischen Befunde an der Bindehaut nach subconjunctivaler Injektion und die sehr erhebliche Abschwächung der Reaktion bei Tieren, die vorher mit subkutanen Injektionen von Chlorkalzium behandelt werden. Intravenöse Injektion selbst kleiner Mengen hat bei albinotischen (nur selten bei dunkeln) Kaninchen eine nach 10 bis 15 Minuten eintretende Miosis zur Folge. Dabei ist die Iris stark hyperämisch. Eine einmalige Injektion genügt, um die Tiere giftfest zu machen, so daß sie auf wiederholte Injektion selbst großer Dosen keine Miosis wieder bekommen. Sie wird weder durch vorhergehende Atropineinträufelung oder Adrenalineinspritzung verhindert, noch durch nachfolgende Anwendung dieser Mittel gesprengt. Durch Zusatz großer Mengen Immunserums, längere Bestrahlung mit Quarzlicht, bisweilen auch durch Vorbehandlung der Tiere mit $CaCl_2$ wird das Eintreten der Miosis vereitelt. Katzen bekommen keine Miosis. Weder die Versuche mit Reizung bzw. Durch-

schneidung des N. sympathicus, noch die der intrakraniellen Durchschneidung des N. III bzw. der Zerstörung des Okulomotoriuszentrums geben eine einwandsfreie Erklärung für die Ursache der Miosis. Neben der Hyperämie der Iris dürfte eine Reizung des N. III (peripher oder zentral) in Frage kommen. Für die augenärztliche Therapie ist von der Verwendung des Aalserums wegen seiner großen und wechselnden Giftigkeit, der individuellen Empfindlichkeit, der raschen Gewöhnung an seine Wirkung nichts zu hoffen. Die Erfolge, die in der Behandlung gewisser Augenleiden mit Aalblut angeblich erzielt worden sind, müssen sehr skeptisch beurteilt werden. *C. Adam* (*Berlin*).

3. Hornhaut.

Bauch, Eine ansteckende Hornhautentzündung bei Meutehunden (Zeitschr. f. Veterinärkde., **1913**, 25. Jahrg., Nr. 5).

Betrifft 7 Hunde einer **21** köpfigen Meute. Tränen, Lichtscheu, diffuse Corneatrübung. Entweder Besserung innerhalb 1 bis 2 Wochen oder Auftreten von lokalen Epithelverlusten, die Ausbreitungstendenz nach der Peripherie und nach der Tiefe zeigten: Ulcus corneae. Der Prozeß zerstört die gesamte Eigenschicht der Hornhaut bis auf die Descemetsche Haut; diese prolabiert; oft zeigt sich die ganze Hornhaut geschwürig destruiert. Behandlung: Desinfektion der Stallungen, Absonderung von Gesunden und Kranken. Bei Abwesenheit von Geschwüren: 2 % Borkokaïn, 1 % Zinkkokaïn oder $^1/_2$ bis 1 % Höllensteinlösung und Kalomelpuderung. Bei Geschwürsbildung außerdem Borwasserspülungen und solche mit 1 % Kreolin und 1 ‰ Sublimat.

Durch Überimpfung von Augensekret Kranker auf Gesunde konnte eine Ansteckung nicht erzielt werden. Bemerkenswert erscheint dem Verf., daß nur Rüden erkrankten, er glaubt in dieser Tatsache einen Zusammenhang des Augenleidens mit dem bei der Mehrzahl der Hunde bestehenden Präputialkatarrh finden zu sollen. Die bakteriologische Untersuchung bestätigte diese Vermutung nicht. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Rubert, J., Über Hornhautpigmentierung beim Meerschweinchen. Nebst Bemerkungen über die Pigmentverhältnisse im vordersten Abschnitte des Auges überhaupt, erörtert im Zusammenhange mit solchen der Haut. Mit 2 Taf. u. 6 Textabbild.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. IV, Heft 1, p. 1 bis 39, Jan. 1914.

4. Regenbogenhaut.

Abelsdorff, Demonstration von Kaninchen, bei denen durch Einspritzen von Thorium x eine starke Depigmentierung der Iris eingetreten war (Berl. ophthalm. Ges., März 1914). *C. Adam* (*Berlin*).

Mahler, Plötzliches Auftreten von innerer Augenentzündung und nervösen Störungen bei einem Doppelpony (Münchner tierärztl. Wochenschr., 57. Jahrg., p. 850).

Bei durchaus nicht ungewöhnlicher Arbeit traten plötzlich Hirnsymptome und beiderseitige innere Augenentzündung auf, die sich vor allem in Hypopyon und Conjunctivitis zeigten. Temperatur 41,3° C. Bei der geringsten Aufregung Zusammenstürzen des Tieres und Krampfanfälle. Der Erguß in die Vorderkammer wurde langsam resorbiert und Restitutio ad integrum. Verf. glaubt, als Ursache einen Bluterguß in die Schädelhöhle annehmen zu sollen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Meller, J., Zur Frage einer spontanen sympathisierenden Entzündung (Zeitschr. f. Augenheilk., 1913, Novemberheft).

Verf. bringt zwei Beobachtungen von spontaner Iridocyclitis, die unter dem Bilde der sympathischen Entzündung verliefen. — Es handelte sich um eine 54jährige Frau und einen 47jährigen Mann. Im ersteren Fall war nur ein Auge, im zweiten waren beide von einer heftigen Iridocyclitis mit ausgedehnten Verwachsungen und Exsudationen befallen, die im klinischen Bild durchaus einer sympathisierenden Entzündung ähnelte. Auch im mikroskopischen Befund ist die Ähnlichkeit so groß, daß ein durchgreifender Unterschied nicht zu finden ist. In beiden Fällen war die Sclera stark infiltriert, im zweiten bestand ein nekrotischer Herd. — Es macht den Eindruck als gehe die Scleralerkrankung der Chorioidealerkrankung parallel. — Die Veränderungen der Iris und des Ciliarkörpers sind gleich denen der sympathisierenden Ophthalmie. — Weniger typisch ist das Verhalten der Chorioidea; doch sind weit verbreitet bis gegen den Sehnervenkopf Knötchen von epitheloiden Zellen zu sehen. — Im Falle I bestanden alte retinochorioiditische Veränderungen, die beweisen, daß schon vor der Iriserkrankung eine Uveitis bestanden hatte. — Im 1. Fall fanden sich auch spezifische Knötchen in der Retina. Das ist auch für sympathisierende Ophthalmie schon beschrieben. — Verf. spricht die Ansicht aus, daß die als sympathisierende Ophthalmie bezeichnete

Erkrankung auf endogenem Wege entstehen könne. Man dürfe sie nicht nur in Fällen annehmen, wo eine perforierende Verletzung vorliegt. Man müsse sich auch von der Anschauung freimachen, daß die Krankheitsnoxe aus dem ersten Auge ins zweite wandere, sei es auf dem Wege der Sehnerven oder der Gefäßbahn. Die Krankheitsnoxe existiert im Gesamtorganismus. — Für die Krankheitsentstehung in den Fällen ohne perforierende Verletzung kommen zwei Möglichkeiten in Betracht. — Einmal kann das erst erkrankte Auge schon früher nicht uveal gesund gewesen sein. Zweitens wäre auch ein besonders starker Grad der Krankheitsnoxe denkbar. — Dadurch wird der Charakter als sympathische Erkrankung verwischt. Verf. bringt hierfür eine Krankengeschichte als Beleg.

F. Ruhwandl (*München*).

Pollock, W. B. Inglis, The Persistence of the Nerve Plexus of the Iris after Excision of the ciliary Ganglion and of the superior sympathetic Ganglion. With 8 fig. in the text. Mit deutscher Inhaltsangabe von G. Freytag.

Erschien als Originalbeitrag in diesem Archiv, Bd. IV, Heft 1, p. 39 bis 51, Jan. 1814.

Reichen, J., Experimentelle Untersuchungen über Wirkungen der ultraroten Strahlen auf das Auge (Zeitschr. für Augenheilkde., 1914, Januarheft).

Die Versuche betreffen die Frage nach den Schädigungen, die das Kaninchenauge durch relativ kurzwellige ultrarote Strahlen erfährt. — Diese Strahlen vermögen die Augenmedien zu durchdringen. — Es wurde die Absorption der ultravioletten Strahlen und des sichtbaren Lichtes durch eine Jodschwefelkohlenstofflösung von genügender Dichte erreicht. — Das langwellige Ultrarot wird durch die Wände des Glasgefäßes sowie durch Einschaltung einer Wasserschicht abgeschwächt. — Als Lichtquelle diente der Flammenbogen einer elektrischen Bogenlampe von 400 M. K. Lichtstärke. Das Licht wurde nach Filtrierung durch eine Kochsalzlinse konzentriert. — Die Versuche ergaben, daß die ultrarote Strahlung imstande ist, eine Reizung der Iris (mehrere Stunden dauernde Verengerung der Pupille) hervorzurufen. — Bindehaut und Hornhaut zeigten unbedeutende Reizerscheinungen. — Es sind also die kurzwelligen, die Augenmedien durchsetzenden ultraroten Strahlen imstande einen Teil des Auges zu reizen.

F. Ruhwandl (*München*).

5. Innere Augenhäute.

Hieronymi, E., Ein Fall von Drusenbildung im Sehnervenkopf des Pferdes (Monatshefte f. prakt. Tierheilkde., 1913, Bd. XXV, Heft 1 u. 2).

Plötzliche Erblindung beim 8jährigen Pferde, das unmittelbar vor und während der Beobachtung Krankheitssymptome nicht erkennen ließ. Maximale Mydriasis beiderseits. Die Papillen erscheinen fleckig leuchtend blutrot, mit rein weißen, gegen das Zentrum hin strahlenkranzartig angeordneten reiskorngroßen Erhabenheiten; sie sind von unregelmäßiger Form. Die Erblindung ist eine vollständige. Die Sehnervenköpfe wurden mikroskopisch untersucht: reiskorngroße, weißliche, schwammige Erhabenheiten auf der Papilla optica, äußerst labil, von amorpher Struktur. Der Nerv selbst ist ohne Blutungen, Hüllen und Nervenbündel zeigen sich kleinzellig infiltriert: das Bild der Neuritis optica. Alle übrigen Organe boten negativen Befund. Die Ursache war nicht aufzufinden.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Levinsohn, Demonstration histologischer Schnitte von kurzsichtig gemachten Affenaugen und die Entstehung der Kurzsichtigkeit (Berl. ophthalm. Gesellsch., 19. März 1914).

Vortr. demonstriert die histologischen Augendurchschnitte von zwei Affen, die durch tägliche mehrstündige Horizontalstellung des Gesichts stark kurzsichtig geworden waren. Der erste Affe, der beim Beginn des Versuchs emmetropisch war, hatte nach einem Jahr eine Myopie von 7 und 9 D., der zweite nach 9 Monaten eine solche von 14 und 15 D. (Anfangsmyopie war 3 D.). Gleichzeitig mit der Kurzsichtigkeit stellte sich ein temporaler Konus und eine nasale Supertraktion an der Papille ein. Die Schnitte zeigen die bei myopischen Menschenaugen bekannten histologischen Erscheinungen: starke Abschleifung der temporalen Kante des Scleroticalkanals, Retraktion der Lamina elastica und des Pigmentepithels auf der temporalen, Supertraktion des letzteren auf der Nasenseite, starke Schlängelung der Sehnervenfasern, besonders im Konusgebiet, Atrophie der Aderhaut am temporalen Sehnervenrande, Rarefikation des Pigmentepithels am Papillenrande, besonders auf der temporalen Seite. Die Veränderungen beweisen nach des Vortr. Meinung die absolute Unmöglichkeit der bisherigen Myopietheorien und sprechen für die Richtigkeit seiner Theorie, nach welcher das auslösende Moment bei der Entstehung der Kurzsichtig-

keit in der Rumpf- und Kopfbeugung und der durch diese auf das Auge einwirkenden Schwerkraft gesucht werden muß. *C. Adam (Berlin).*

Mayer, A., Ein neuer Fall von sogenannter „Drusenbildung am Sehnervenkopf des Pferdes" (Monatshefte f. prakt. Tierheilkde., Bd. XXV, Heft 1 u. 2).

Betrifft einen 7jährigen Vollbluthengst, Rekonvaleszent von einer schweren doppelseitigen Lungen-Brustfellentzündung. Maximale Mydriasis. Beiderseits auf der Papilla optica schneeweiße, matt glänzend-wolkige Gebilde von doppeltem Papillendurchmesser, die wie geballte Schneemassen der Sehnerveneintrittsstelle auflagern und hier und dort als reiskornähnliche Gebilde über den Rand in den Glaskörper vorragen. Die Sehkraft ist total erloschen und die Spannung der Bulbi erhöht. Im Glaskörper schwimmen einzelne weiße Körperchen. Diagnose: Neuritis optica exsudativa (retrobulbaris). Verlauf: Das Sehvermögen bleibt erloschen; nach 6 Wochen im Glaskörper zahlreiche graubraune Körperchen; an einer der beiden Papillen eine einzige Druse. Die Ursache konnte nicht nachgewiesen werden. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Salus, R., Angiom der Aderhaut (Zeitschr. f. Augenheilkde., 1913, Oktoberheft).

Bei einer 20jährigen Frau fand sich als Ursache einer allmählichen Verschlechterung des Sehvermögens nasal unten eine tumorartige Vorwölbung, die die sonst normale Papille fast zur Hälfte überdeckt. — Die gelbliche Geschwulst fällt gegen Papille und temporalwärts steil, nach den anderen Seiten ganz allmählich ab. — Nach einigen Monaten war die Gesichtsfeldbeschränkung größer geworden. Daher erfolgte wegen Verdacht auf maligne Neubildung Enukleation. — Die pathologisch-anatomische Untersuchung ergab eine Neubildung, die in der Mitte zwischen Angioma cavernosum und simplex steht. Als charakteristisch für das Frühstadium des Angioms führt Verf. an: 1. höchstgradige cystoide Entartung der Netzhaut, vorwiegend nur auf das Gebiet des Tumors beschränkt, wobei die umgebende Netzhaut fast oder ganz funktionsfähig bleiben kann. 2. Beschränkung der Netzhautabhebung auf das Gebiet des Tumors, äußerst langsame Zunahme derselben, während nach dem Wesen der Geschwulst das Gegenteil erwartet werden muß. 3. Das Auftreten von Verwachsungen zwischen äußeren Netzhautschichten und der Unterlage ohne irgendwelche Symptome entzündlicher Prozesse. 4. Das Auftreten einer mehr oder weniger derben und mächtigen bindegewebigen oder epithelialen Schicht, die den Tumor gegen das Augeninnere begrenzt. —

Verf. erklärt diese Veränderungen folgendermaßen: Der nach innen gerichtete vermehrte Transsudatsstrom gibt die Ursache für die cystoide Entartung und zur Verklebung der äußeren Netzhautschichten ab. — Der Druck von seiten des Angioms und des Transsudates führt durch fortdauernden Reiz zu Wucherung von Epithel und Bindegewebszellen. Die so entstehende Gewebsplatte wird allmählich ein Hindernis für die Ableitung des Transsudates, das nach den Seiten ausweichen muß und eine raschere Zunahme der Netzhautabhebung hervorruft. Für die Möglichkeit einer klinischen Diagnose des Angioms scheinen dem Verf. folgende Punkte von Wichtigkeit:

1. Die enorme Erweiterung der Aderhautgefäße in sehr großer Ausdehnung um den Tumor herum, die ja besonders bei schwächer ausgesprochenem Pigmentepithel ophthalmoskopisch sehr wohl gesehen werden kann, besonders in den peripheren Teilen des Augenhintergrundes.

2. Das vollkommene oder fast vollkommene Fehlen entzündlicher oder reaktiver Veränderungen in der Umgebung des Tumors, wie wir sie bei Sarkomen der Aderhaut kaum vermissen.

3. Die Farbe der Vorwölbung, bestimmt durch die stets dem Tumor aufgelagerte Platte (weißlich, gelblich-bläulich-weiß). Pigmentierung kann vorhanden sein, ist aber wohl meist viel geringer als beim Sarkom. —

F. Ruhwandl (München).

Werdenberg, Ed., Blendungsretinitis nach Sonnenfinsternisbeobachtung (Zeitschr. f. Augenheilkde., 1913, Okt., Nov. u. Dez.).

Die umfangreiche Arbeit bietet eine Zusammenstellung sämtlicher vor der Sonnenfinsternis 1912 beobachteter Blendungsfälle.

Im ersten Teile gibt Verf. eine gemeinverständliche Übersicht über die astronomischen Haupttatsachen beim Zustandekommen einer Sonnenfinsternis und schließt dem Angaben über Charakter und Verlauf der Sonnenfinsternis vom 12. April 1912 an. Den Endabschnitt bilden astronomische Zahlenangaben über die Häufigkeit des Vorkommens von Sonnenfinsternissen. —

Der zweite Teil bringt historische Beobachtungen über Sonnenfinsternisse. Die erste Angabe einer Augenschädigung nach Sonnenfinsternisbeobachtung findet sich in Platons Phaedon. Weitere ähnliche Berichte führt Verf. aus Xenophons Anabasis und Galens Schriften an. Er bringt weitere Notizen aus Mittelalter und Neuzeit.

Im dritten klinischen Teil bearbeitet Werdenberg eine Zusammenstellung von 159 älteren Fällen mit 328 im Jahre 1912 neu veröffent-

lichten Fällen und fügt hierzu noch 29 Beobachtungen der Basler Klinik. — Über letztere werden ausführlichere Krankengeschichten aufgeführt. —

Einseitige Schädigungen überwiegen bei weitem, rechte Augen sind in der Mehrzahl geschädigt; das männliche Geschlecht ist häufiger betroffen. — Die Phasen der Sonnenfinsternis gegen das Maximum brachten die meiste Gefahr. Die Intensität der Schädigung ist von der Dauer der Blendung und der Art des Augenschutzes abhängig. In der Mehrzahl finden sich Beobachtungen von langer Dauer ohne Schutzglas. — Meist treten Sehstörungen und zentrale Skotome auf; auch Blendung und Schmerzgefühl wurde beobachtet. Nachbilder der Sonne sind nicht häufig. Einige Male trat Retinalhyperästhesie auf. Nicht sicher zu beantworten ist die Frage nach erhöhter Disposition für Lichtschädigung bei hohem Pigmentgehalt der Augen. — Schwere Sehstörungen weist etwa die Hälfte der Fälle auf. Ganz schwere atypische Sehstörungen sind zehnmal notiert. Der Verlauf ist nicht in erster Linie von der Schwere der Sehstörung, sondern in besonderem Maße von der Geschwindigkeit der Heilungstendenz abhängig. — Das Skotom ist meist positiv, absolut, zentral gelegen und rund oder etwas unregelmäßig, es fehlt sehr selten. — Die Farbe ist schwarz oder dunkel bis hellgrau, die Größe beträgt $^1/_{12}$—1°. — Zwischen Skotom, Sehschädigung und ophthalmoskopischer Veränderung besteht keine konstante Beziehung. Das gleiche gilt für das Verhältnis zwischen anfänglicher Schwere des Skotoms und Heilungstendenz. — Das Skotom ist das hartnäckigste Symptom der Sonnenblendung; langdauernde Störung der zentralen Fixation bleibt auch häufig bei Wiederherstellung der Funktion. — Häufig ist das absolute Skotom von einem relativen umgeben, dessen Rückbildungstendenz ein besseres prognostisches Zeichen ist als die des absoluten. Die durchschnittliche Größe beträgt 4°. — Auf dem geblendeten Auge besteht Herabsetzung des Lichtsinnes. —

Die Skotomform stimmt nur selten mit der der Sonnenscheibe überein, auch ist kein konstantes Verhältnis zwischen der Größe des Skotoms, der Sonnenscheibe und des retinalen Sonnenbildes vorhanden. Manchmal besteht jedoch hier Übereinstimmung. — Als Skotombewegungen werden oszillierende Hin- und Herbewegungen oder Drehbewegungen beschrieben, sie sind nach einem Erklärungsversuch Emmerts auf Verschiebung der Pigmentzellen zwischen die Zapfen der Netzhaut zurückzuführen. — Diese Bewegungen kommen in etwa drei Achtel aller Fälle vor. Eine prognostische Bedeutung haben sie nicht, auch besteht kein Verhältnis zwischen dem Grade dieser Bewegungen, den Funktionsstörungen und den ophthalmoskopischen Veränderungen. — Meist verschwinden diese Bewegungen, nur in seltenen Fällen wurde jahrelange Dauer angegeben. —

Als seltene Befunde sind einige Fälle von Akkommodationsparese notiert. — Verf. selbst sah in zwei Fällen Rezidive des Skotoms. — In einigen Fällen kamen auch Störungen des peripheren Gesichtsfeldes vor. Nachbilder sind nicht sehr häufig. Helle und farbige Nachbilder traten meist bei Fällen mit schweren funktionellen Störungen mit langsamer Heilungstendenz und deutlichen ophthalmoskopischen Veränderungen auf. — Es ist anzunehmen, daß das Auftreten von Nachbildern ein günstiges Zeichen ist. — Metamorphopsie wurde bei stärkerer funktioneller Störung angegeben; sie dauert sehr lange Zeit. —

Der ophthalmoskopische Befund ist in einem Teil der Fälle negativ; dann kommen leichte und schwere Veränderungen vor. In den leichten Fällen tritt Vergrößerung, Verschleierung, Verwaschenheit des Fovealreflexes auf mit dunkelschokoladenbrauner Verfärbung der angrenzenden Maculapartien. — In schweren Fällen besteht in der Macula ein meist hellgelblicher oder weißer Herd, der manchmal ein sichelförmiges Optogramm darstellt. Der Verlauf ist meist derart, daß die gelblichen Herde am Ende der ersten oder in der zweiten Woche verschwinden und durch eine braunrote Stelle ersetzt werden. Die leichten Maculaveränderungen verschwinden im Laufe einiger Wochen bis Monate oder es bleibt eine dauernde Pigmentierung bestehen. In schweren Fällen zeigt die Macula als dauernden Befund das Bild unregelmäßiger Pigmentierung. Verf. berichtet, daß bei 7 Fällen der Basler Klinik aus der Form des Fovealherdes auf die Gestalt der Sonnenscheibe in einer bestimmten Phase der Beobachtung geschlossen werden konnte.

Bestimmte Beziehungen zwischen dem Grade der Funktionsstörungen und der Schwere der ophthalmoskopischen Veränderungen bestehen nicht.

Bei Schädigung durch geringe Lichtintensität sind in der Mehrzahl geringe, bei den schweren Lichtschädigungen meist schwere funktionelle Störungen vorhanden. Das Verhältnis ist jedoch kein konstantes. —

Unter atypischen Fällen führt Verf. Maculablutungen, entzündliche Veränderungen der Chorioidea und des Sehnerven, in seltenen Fällen Neoplasmen an.

Die Prognose ist um so günstiger, je geringer der Grad der Lichtintensität, anfängliche Sehschärfenherabsetzung und Skotom, je rascher die Besserung der funktionellen Störungen ist. Auftreten von Metamorphopsie ist als ungünstiges Zeichen aufzufassen. In jedem Falle ist die Prognose mit Vorsicht zu stellen. — Als Behandlung werden neben Lichtdiät Pilokarpin, Jodkali, 4 prozentige Kochsalzinjektionen empfohlen. Die Prophylaxe ist sehr wichtig. Sie ist allgemein durch Warnung zu

erreichen. — Dunkel rauchgraue oder gleichmäßig berußte Gläser geben ausreichenden Schutz.

Die experimentellen Untersuchungen ergaben makroskopisch vier Hauptstadien von Blendungsschädigung. 1. Auftreten eines weißen bis gelblichen Fleckes. 2. Diffuse Rötung. 3. Spätere Pigmentierung. 4. Atrophie als Endstadium. Die anatomischen Veränderungen bestehen in Ödem und Koagulationsnekrose der äußersten Netzhautschicht und Zerfallserscheinungen des Pigmentepithels. Die Aderhaut ist durch Hyperämie und Exsudation mitbeteiligt. — Es handelt sich um eine zentrale Chorioretinitis. — Bei der Sonnenblendung kommt (nach Birch-Hirschfelds Untersuchungen) den leuchtenden Strahlen die Hauptrolle zu. Verf. streift dann noch kurz andere Augenschädigungen durch Lichtwirkung (Ophthalmia nivalis und electrica und Starbildung nach Lichtwirkung). Im Anhang werden noch Anmerkungen zum astronomischen Teil und historische Beobachtungen über Sonnenfinsternis mitgeteilt.

F. Ruhwandl (*München*).

6. Orbita.

Dutoit, A., Der traumatische Enophthalmus (Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte, XLIII. Jahrg., p. 398).

Die Versenkung des Auges aus seiner normalen Lage in die Tiefe der Orbita tritt regelmäßig als eine Folge von Verletzungen eigentümlicher Art ein, welche zumeist den Orbitalring, weniger häufig diesen zugleich mit dem Bulbus, am seltensten den Bulbus allein betreffen. Klinisch unterscheidet Verf. den akuten Enophthalmus traumaticus, der in unmittelbarem Zusammenhang mit der Verletzung steht und meist erst wenige Tage danach manifest wird, von dem retardierten Enophthalmus traumaticus, der sich erst nach Ablauf der ursächlichen Verletzung einstellt und dessen Diagnose nach Umständen mehr oder weniger dem Zufall überlassen bleibt. Im weiteren bespricht Verf. die Ätiologie und die Symptomatologie für jede der drei Entstehungsmöglichkeiten.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Forssell, G., Bericht von Fällen sarkomähnlicher Geschwülste in der Nase und den Nebenhöhlen der Nase bei drei Pferden von demselben Hofe nebst zwei Fällen von anderen Plätzen (Svensk Veterinaer-Tidskrift, 1913, p. 99).

Gelegentlich des Auftretens von Rundzellensarkomen, die sich von der Schleimhaut der Siebbeinzellen aus entwickelt hatten, kam es

bei Pferden zu Einbrüchen der Geschwulstmassen in die Schädelhöhle und einmal auch in die Orbita. In diesem Falle wurde auch der Sehnerv ergriffen und derart zerstört, daß absolute Blindheit auftrat. Es bildete sich Exophthalmus aus. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

VI. Therapie.

Haab, Kinderglaukom (Korrespondenzbl. f. Schweiz. Ärzte, XLII. Jahrg., p. 52).

Verf. legt besonderes Gewicht darauf, das infantile Glaukom in seinen Anfängen ja nicht mit Keratitis interstitialis diffusa zu verwechseln, da bei Glaukom nie Atropin oder sonstige Mydriatica verwendet werden dürfen, sondern im Gegenteil sofort Pilocarpin oder Physostigmin einzutropfen ist. Im wachsenden Kinderauge gibt nicht nur der Opticuseintritt, sondern auch rasch die Hornhaut und dann der ganze Bulbus dem Drucke nach. Ohne Behandlung entwickelt sich Buphthalmus unter Erblindung durch die glaukomatöse Exkavation des Sehnerven. Gute Resultate erhielt der Verf. in der Behandlung mit der Mauthnerschen Sklerotomie, die allerdings unter Umständen wiederholt werden muß. Diese Sklerotomiebehandlung ist stets mit konsequenter Pilocarpineintropfung zu kombinieren und letztere noch lange fortzusetzen, wie sich das überhaupt bei Glaukom empfiehlt. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Haab, Enukleation bei Panophthalmie (Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte, XLII. Jahrg., p. 53).

Verf. empfiehlt bei Panophthalmie die Enukleation des Bulbus statt der zuwartenden Behandlung mit Kataplasmen usw., die nicht nur lange Beschwerden, sondern auch noch längere Arbeitsunfähigkeit mit sich bringt. In 118 Fällen hatte Verf. keinen Todesfall durch Meningitis; ein letaler Ausgang war auf Marasmus zurückzuführen. Verf. sorgt stets für eine gute Reinigung der Wunde nach der Operation und durch ausgiebige Drainierung für besten Abfluß des Wundsekretes.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Knapp, Einfluß der Massage auf die Stauung des Auges (Korrespondenzbl. f. Schweizer Ärzte, XLII. Jahrg., p. 756).

Verf. fand, daß bei normalen Augen die Tension nach einer Massage von 10 Minuten um ca. 9 mm Hg herabgesetzt wurde. Mit verschiedener Geschwindigkeit bei den verschiedenen Augen, aber spätestens innerhalb

$^3/_4$ Stunden kehrt die Spannung wieder zur Norm zurück. Bei akutem Glaukom ist meist keine Druckherabsetzung zu erreichen, bei leichteren Glaukomfällen dagegen tritt öfters Herabsetzung ein, doch ist diese nur von kurzer Dauer. Mehr Erfolg scheint die Massage bei der Nachbehandlung operierter Glaukomaugen zu haben, wo sie das Filtrationsvermögen der Narbe verbessert. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Schreiber, L., Experimentelle Untersuchungen über die baktericide Wirkung des Asurols am Kaninchenauge (v. Graefes Arch. f. Ophthalm., Bd. LXXVIII, p. 337—344).

Einträuflung von Asurollösungen und Einstreichung von Asurolsalben übten keine antiseptische Wirkung auf ein experimentelles Hornhautgeschwür aus. Asurolbäder in starker Konzentration scheinen zwar die Entzündung zum Stillstand bringen zu können, rufen aber tödliche Intoxikationen hervor. Wenn auch die in dieser Form verwandten Asurolmengen beim Menschen keinen letalen Ausgang herbeiführen würden, so müßte man doch mit mehr oder minder leichten Vergiftungserscheinungen rechnen.

Bei subkonjunktivalen Injektionen wurde in zwei Fällen ein günstiger Ausgang des Geschwürs beobachtet. Gegenüber zwölf Fehlversuchen darf man jedoch nach Verf. auf zwei positive Resultate kein großes Gewicht legen, zumal es bei der Neigung der experimentellen Hornhautentzündung zu spontaner Rückbildung nicht ausgeschlossen ist, daß hier Zufälligkeiten mitgespielt haben. *G. Freytag* (*München*).

Siegrist, Über Stauungspapille und deren Palliativbehandlung (Korrespondenzbl. f. Schweizer Ärzte, Bd. XLII, p. 521 u. 563).

Verf. bringt seine persönlichen Studien und Erfahrungen über die Therapie bei Hirnaffektionen mit Stauungspapille in folgende Schlußsätze:

1. Solange das Sehvermögen bei Stauungspapille gar keinen Schaden genommen hat, erfordert die Stauungspapille als solche keine sofortige Behandlung. Es genügt, das vermeintliche Grundleiden so gut es geht in Behandlung zu nehmen.

2. Beginnt jedoch das Sehvermögen bei Stauungspapille sich irgendwie zu vermindern, so muß so rasch wie möglich dem erhöhten intrakraniellen Druck entgegengearbeitet werden, und zwar anfänglich durch die am wenigsten gefährlichen Methoden, durch wiederholte Lumbalpunktionen, wenn nicht mit einer bestimmten Sicherheit ein Hirntumor oder ein Hirnabszeß diagnostiziert werden konnte. Auch bei den Fällen

von Hirnsyphilis oder Gumma cerebri sollte man nach Verf.s Meinung wiederholte Lumbalpunktionen neben der antisyphilitischen Kur versuchen, unter steter Kontrolle der Stauungspapille und des Sehvermögens. Vielleicht kann so der schädigende Einfluß des vermehrten Hirndruckes auf den Sehnerven bis zur völligen Ausheilung des Grundübels reduziert werden, so daß die Sehnerven sich schließlich wieder erholen.

3. Hat man aber annähernd sichere Anhaltspunkte dafür, daß es sich um Hirnabszeß oder um Hirntumoren handelt, ganz besonders, wenn diese letzteren zu Lokaldiagnosen Veranlassung geben, so soll keine Zeit mit Lumbalpunktionen verloren werden, sondern man soll direkt zur Trepanation schreiten. Die Trepanation ist schließlich auch angebracht, wo es bei anderen Hirnleiden mit Stauungspapille durch wiederholte Lumbalpunktion nicht gelingt, die schweren Hirndrucksymptome, vor allem den weiteren Zerfall der Sehkraft zu verhüten.

O. Zietzschmann (Zürich).

ARCHIV
FÜR
VERGLEICHENDE OPHTHALMOLOGIE

UNTER STÄNDIGER MITARBEIT VON

Prof. ANGELUCCI (Neapel), Prof. AXENFELD (Freiburg i. B.), Prof. BAYER (Wien), Prof. BERNHEIMER (Innsbruck), Prof. EBERLEIN (Berlin), Prof. ELLENBERGER (Dresden), Prof. FRANK (München), Prof. GREEFF (Berlin), Prof. GULLSTRAND (Upsala), Prof. R. v. HERTWIG (München), Prof. v. HESS (München), Prof. HESSE (Berlin), Dr. JESSOP (London), Prof. KOMOTO (Tokio), Prof. LANG (Zürich), Prof. v. LENHOSSÉK (Budapest), Prof. RABL (Leipzig), Prof. RÖMER (Greifswald), Prof. RÜCKERT (München), Prof. SATTLER (Leipzig), Prof. v. SCHLEICH (Tübingen), Prof. SCHLÖSSER (München), Prof. UHTHOFF (Breslau), Prof. H. VIRCHOW (Berlin), Prof. ZIETZSCHMANN (Zürich) und Anderen

HERAUSGEGEBEN VON

DR. MED. GUSTAV FREYTAG
PRIVATDOZENTEN FÜR AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

No. 15
IV. JAHRGANG ▫ III. HEFT
AUSGEGEBEN AM 18. AUGUST 1914



LEIPZIG 1914
VERLAG VON S. HIRZEL

Inhalt.

Originalarbeiten.

Alphabetisches Verzeichnis

derjenigen Autoren, die im vorliegenden Hefte im Originalienteil oder in der Bibliographie vertreten sind.

(Die Zahlen bezeichnen die Seiten dieses Heftes, die Originalarbeiten sind durch fetten Druck hervorgehoben.)

Beiderseitiges Hornhautstaphylom mit Pigmentauskleidung und Aphakie bei einer Antilope.

Von

Dr. Otto Schnaudigel,
Direktor der städtischen Augenklinik zu Frankfurt a. M.

Mit zwei Abbildungen im Text.

Ein weibliches Exemplar von Redunca redunca, Pallas (Senegambien Senegal-Riedbock), das am 24. Mai 1910 im Frankfurter Zoologischen Garten geboren war, mußte wegen Blindheit am 20. Oktober 1910 geschlachtet werden. Der Direktor des Gartens, Herr Dr. Priemel, hatte die Liebenswürdigkeit, die herausgenommenen Augen meinem Laboratorium zu überweisen, weil das sonderbare Aussehen dieser Organe ihm die Vermutung einer seltenen Erscheinung nahelegte.

Ich danke Herrn Direktor Priemel an dieser Stelle für seine Freundlichkeit.

Beide Augen bieten nun in der Tat einen bemerkenswerten Befund dar. Leider fehlen Untersuchungsbefunde am lebenden Tier; es konnte mir nur mitgeteilt werden, daß bei der Geburt nichts weiter an dem Jungen aufgefallen sei. Das besagt natürlich nichts, da einmal die Lidspalte vieler Säuger viele Tage lang verklebt bleibt und andererseits es niemanden beifallen wird, eine eben geborene Antilope auf die Augen zu untersuchen. Aber schon 14 Tage nach der Geburt konnte man eine völlige Erblindung beider Augen feststellen und tötete das Tier in einem Alter von 5 Monaten.

Man sah an den in Formol wohlkonservierten Augen sofort, daß es sich um hochgradige Hornhautstaphylome handelte. Die Hornhäute waren in fixiertem Zustand weiß, zum Teil vielleicht durch die Fixierung, zum Teil waren sie es wohl auch in lebendem Zustand. Einzelheiten waren daher hinter der Cornea nicht zu sehen, wohl aber imponierte das Staphylom des rechten wie des linken Auges als ein kugeliges Gebilde von größerem Rauminhalt als der hintere Bulbusabschnitt. Die genaue Absuchung der Hornhautoberflächen mit der Lupe ließ nirgends eine Narbe

erkennen, die auf eine Perforation hätte schließen lassen. Die Durchschneidung der beiden Augäpfel nach vollendeter Härtung bot zwei Überraschungen: das Staphylom des rechten Auges war in toto braunschwarz von einer Pigmentmembran ausgekleidet, während sich dieselbe Auskleidung am linken Auge ebenfalls fand mit nur kleinen pigmentfreien

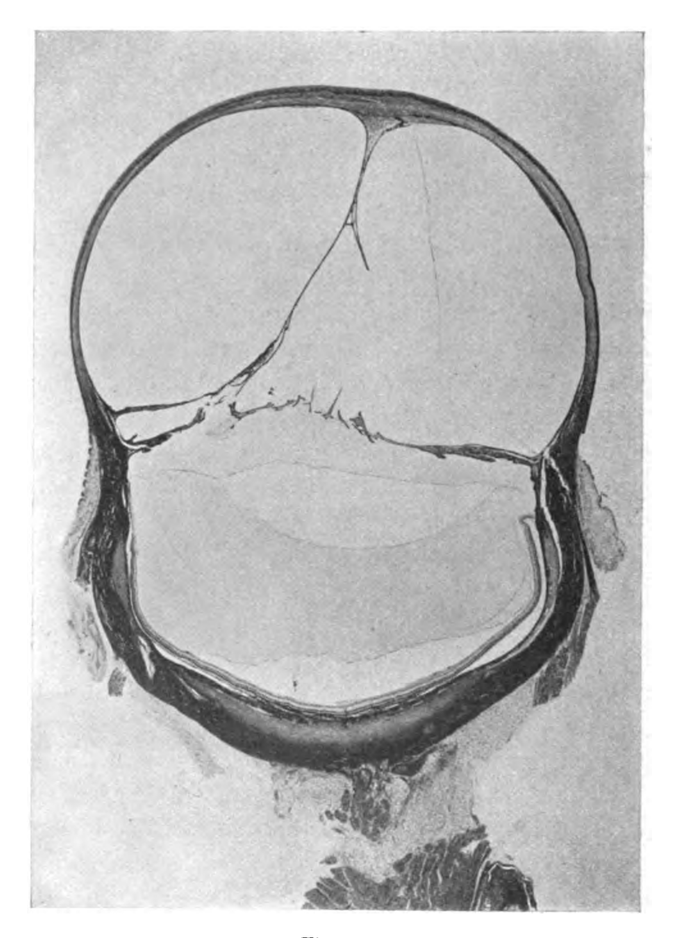


Fig. 1.

Inseln. Dann fehlte in beiden Bulbi die Linse. Die Maße der Bulbi — in Formol, wie ich sie erhielt — waren rechts anterior-posteriorer Durchmesser 21 mm, links $22^1/_2$ mm. Größter Querdurchmesser des hintern Augenabschnitts (Äquator) rechts $15^1/_2$ mm, links 17 mm. Größter Breitendurchmesser des Staphyloms rechts $16^1/_2$ mm, links 16 mm. Das rechte Staphylom hatte kugelige, ballonartige Gestalt, das linke war mehr

konisch. Die beiden Abbildungen (Fig. 1 u. 2) lehren die Verhältnisse auf den ersten Blick. Die Mikrophotogramme sind unter denselben Bedingungen aufgenommen:

Zeiß Objektiv-Planar von 100 mm Brennweite.

Balg-Auszug (=Entfernung vom Mikroskoptisch bis zur Mattscheibe)

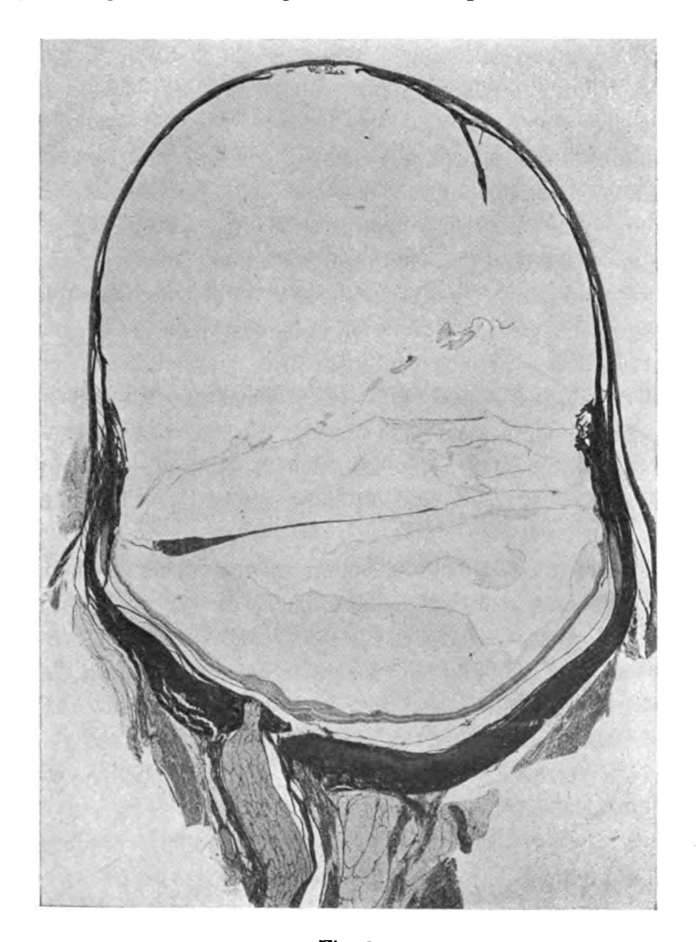


Fig. 2.

= 90,4 cm. Legt man durch die beiden Punkte des Corpus ciliare-Ansatzes eine Linie und zieht eine zweite Linie vom hintern Augenpol zur Staphylommitte, so entfallen bei der Teilung dieser Linie durch die erste auf den hintern Bulbusabschnitt rechts 5, links $5\,^1/_2$, auf den vorderen rechts 7, links 8 Maßeinheiten (Innenmaße).

Betrachtet man die Schnitte mit bloßem Auge, so übersieht man

sofort die merkwürdigen pathologischen Verhältnisse des vorderen Uveaabschnittes im großen ganzen. Unterm Mikroskop wird das Bild natürlich deutlicher.

Rechtes Auge:

Der Sehnerv ist ganz normal. Eine Exkavation besteht nicht, im Gegenteil, die Papilla nervi optici ist sehr gut ausgebildet. Die Schichten der Retina sind scharf erkennbar und machen einen normalen Eindruck, doch zeigen sich hier und da Verwerfungen der Stäbchen- und Zapfenschicht, die sich nicht allein aus der bei der Fixierung erfolgten Ablösung der Netzhaut erklären. Nach der Gegend der Ora serrata zu verwischen sich die Schichten, es finden sich Vakuolen und schließlich sieht man nur einen Zellhaufen mit Pigmentzellen untermischt. Ein Sporn dieses Zellkonglomerats springt frei in den Glaskörperraum hinein. Die Zellen des Pigmentblatts sind in der hinteren Gegend um den Sehnerven herum sehr pigmentarm, nach vorne zu, in vielen Schnitten auch am Sehnerven schon, füllen sie sich mit Pigmentkörnern. Die pigmentfreien und -armen Partien haben da und dort von der Chorioidea her eine dickere Schicht mesodermalen Pigmentgewebes. Nach der Corpus ciliare-Gegend zu wird das Pigmentblatt um ein vielfaches dicker, gefaltet, gebuchtet und ist mit Ausstülpungen versehen, bleibt aber immer der Chorioidea fest aufgelötet.

Die Chorioidea ist gegen die Sclera zu nur hier und da abzugrenzen: fast überall geht sie kontinuierlich in die Sclera über. Sie ist sehr arm an Blutgefäßen und stellt vielerorts nur eine dünne Bindegewebsschicht mit unregelmäßiger, oft klumpiger Pigmentierung vor; und diese Pigmentierung geht öfters in die Sclera hinein. Von der (ungefähren) Ora serrata-Gegend an nach dem hintern Pol zu schwillt sie zu einem kissenartigen Gebilde an, das die Dicke der Sclera erreicht und (im Schnitt) zu beiden Seiten je etwa ein Fünftel der Scleralzirkumferenz lang ist. Das Kissen besteht aus pigmentlosen, langgestreckten jungen Bindegewebszellen, zwischen die Pigment lose oder gebunden an mesodermale Pigmentzellen eingestreut ist. An frontal gelegten Schnitten der Zelloidinblockreste erkennt man, daß diese Anschwellung etwa drei Viertel des Äquators einnimmt. Es ist schwer, Bestimmtes über diese Chorioidealverdickung auszusagen; zuerst dachte ich an gewucherte glatte Muskelzellen, ausgehend von einem verlagerten Ciliarmuskel: aber die genaue Betrachtung ergibt lediglich eine junge Bindegewebszellenschicht, wie man sie auch sonst einmal in Aderhäuten antrifft. Ich konnte die Präparate nicht mit normalen Augenschnitten der Redunca redunca vergleichen; in den Augen anderer Antilopenarten fand ich sie nicht, weder bei Connochoetes gnu,

noch bei Cephalophus rufilatus, bei Saiga tartarica und Antilope cervicapra. Ich muß den Befund als belanglosen Nebenbefund auffassen.

Die Sclera bietet nichts Besonderes dar; die eingestreute Pigmentierung sagt bekanntlich nichts. Die Hornhaut, in der Limbusgegend — wenn der Ausdruck hier gestattet ist — anscheinend noch normal dick, verdünnt sich rasch, temporal eher wie nasal, und begrenzt als schön geschwungener Kreisbogen mit leichter Einziehung am vorderen Pol den vorderen Bulbusabschnitt: sie hat die Konturen einer idealen Ballonmütze. Ihre Dicke in toto erleidet keine brüsken Schwankungen, wohl aber ändert sich das Verhältnis der Epithelstärke zur übrigen Hornhautmächtigkeit: an der dünnsten Epithelstelle ist das Verhältnis wie 3 : 21, an der dicksten wie 9 : 10. Die Basalzellen reichen vielfach verschieden tief in die Grundsubstanz hinein, andernorts wieder sind sie gegen die Grundsubstanz durch eine gerade Linie begrenzt, die aber nirgends als elastische Membran imponiert. Die Zellgrenzen — Weigerts Eisen-Hämatoxylinfärbung — sind sehr scharf gezeichnet, die Zahl der Kerne übereinander an den dicksten Epithelstellen 10—12, an den dünnsten, wo sich die Zellindividuen in die Länge ziehen, etwa 4—5. Nirgends ist eine Erosion oder eine Epithelverwerfung zu sehen. Die Hornhautgrundsubstanz ist da und dort, besonders an den Orten dünneren Epithels, in den äußeren Schichten sehr reich an Bindegewebszellen, so daß eine lamelläre Struktur nicht mehr zu erkennen ist; auch stehen sie häufig bis zu einem rechten Winkel gegen die Führungslinie der Hornhaut. Nur selten finden sich Leukozyten. Überall liegen Lymphspalten, die mit großen Endothelzellen ausgekleidet sind, große Blutgefäße und freie Spalten, auch ist ab und zu ein solcher Spalt in den inneren Schichten am Rand tiefbraunschwarz pigmentiert.

Ehe ich die Pigmentverhältnisse der Cornea weiter schildere, muß ich das histologische Verhalten der Uvea und des Pigmentsbelags darlegen. Da, wo sich das Corpus ciliare entwickeln sollte, zieht eine Membran quer durch den Bulbus. Diese Membran ist siebartig durchlöchert, äußerst bizarr in der Schnittzeichnung und in ihrer Kompliziertheit schwer zu beschreiben. Eine Strecke weit sind es temporal zwei Membranen. Aber auch nasal liegen in andern Schnitthöhen zwei Membranen von verschiedener mikroskopischer Struktur. Auf diesem unregelmäßigen und zum Teil doppelten Sieb stehen pigmentierte Kulissen, Bänder, auch Stränge. Sie ziehen nach dem vorderen Augenpol durch den staphylomatösen vordern Bulbusteil durch. Zwei der stärksten Züge vereinigen sich in der Mitte dieses Bulbusabschnitts und der gemeinsame Faden oder Bandstrang inseriert an der Hornhauthinterfläche mit breiter Basis; zu dieser

Pyramidenbasis stößt noch ein feiner Strang, der bogenförmig von dem Sieb aus dorthin zieht (auf dem photographierten Schnitt nicht zu sehen). Die feineren Lamellen, die man auf dem Schnitt als Zacken sieht, vereinigen sich vielfach und bilden Kammern und Zellen. Das Sieb hat auf anderen Schnitten in der Mitte eine Öffnung von etwa der Hälfte des Querdurchmessers des ganzen Bulbus; da sieht man aber wieder eine feine Lamelle 2 mm über dem Sieb aus der nasalen Wand nach oben konvex quer durch den Staphylomraum ziehen, so daß sie über die Mittellinie kommt. Betrachtet man eine Bulbushälfte im durchscheinenden Zelloidin, so erblickt man ein ganzes aus schwarzen Wänden und Wändchen aufgebautes Zellensystem. Zwei der Bänder, die bis mehrere Millimeter Breite aufweisen, inserieren seitlich an der Hornhauthinterfläche. Im ganzen bestehen also zwischen der Grundmembran und der Hornhaut drei breite Bandverbindungen.

Im Mikroskop zeigt sich, daß nach der beschriebenen Verdickung des Pigmentblatts der Retina hinter der Ora serrata seine Mächtigkeit nach vorne zu wieder abnimmt; die Dicke ist nicht konstant, sie wechselt ständig. Auf ihr liegt als Fortsetzung der Retina eine unregelmäßige Zellenschicht von einfacher und mehrfacher Schichtung der Zellen. Sie haben hier und da einige Körnchen Pigment. In der Gegend des Corpus ciliare liegt die Membran, die wir als „Sieb" bezeichnet haben, sie reicht bis zur Bulbusmitte. Ich folge im wesentlichen einer Schnittschicht, wie sie durch die Mikrophotographie dargestellt ist. Ihre Dicke schwankt: zunächst am Ansatz ist sie breit, hat nach hinten zu mehrere stark gefältelte und eingekerbte Fortsätze, nach vorne zu tief einschneidende Buchten, die langgestreckt sind und fast kein Lumen haben. Nach der Bulbusmitte zu verdünnt sie sich zu einer schmalen Zunge. Von der andern Seite her kommt die zweite und in unserm Schnittbereich noch eine dritte Zunge, die hintere, mächtigere, in eine vielverzweigte Anschwellung, die vordere in einen schmächtigen Sporn endend. Zwischen beiden Zungen liegen Inseln von grotesken Formen und den unregelmäßigsten Verzweigungen. Ich zähle in einem Schnitt beispielsweise 80 Fortsätze und 17 Inseln. Die gemeinsame Spange zwischen dem Membranbereich und der Hinterfläche der Hornhaut besteht an der Basis aus mehreren Füßen, führt zwischen den Pigmentdecken Bindegewebe und Gefäße, ist an anderen Stellen nur ein Strang aus Pigmentzellen und verbreitert sich nach der Hornhaut zu. Wie gesagt findet man in anderen Schichten noch zwei solcher zur Hornhaut gelangenden Membranen. Nur die Pigmenthinterschicht der hintersten Querhaut ist durchweg breiter und tiefschwarz, die Vorderpigmentschicht und der nirgends fehlende

Pigmentüberzug der Inseln ist schmächtiger und ist noch überdeckt von dem pigmentfreien oder fast pigmentfreien Epithelüberzug in einer Zellschicht. Die nach vorn strebenden Stränge lassen diese pigmentlose Schicht kaum und gar nicht mehr erkennen. Wo der Strang nur aus Pigmentzellen besteht, haben sie durchweg den Charakter des Pigmentbelags des Corpus ciliare und der Iris; wo die Epithelschichten auseinander weichen, um Bindegewebe aufzunehmen, finden sich die vielfach verästelten mesodermalen Chromatophoren, tiefbraun pigmentiert, daneben kugelige Pigmentzellen von epithelialem Aussehen, frei im Bindegewebe. Besonders schön sind die Spinnenzellen in dem Ansatzdreieck an der Hornhaut, wo sie zu hunderten anzutreffen sind. Gefäße sind sehr spärlich, ein großes Gefäß ist in der Ansatzstelle.

Nun zurück zu den Ursprüngen der Quermembran. Ihre vordere Pigmentbekleidung ist, wie gesagt, schwächer. Sie geht, bis weit nach vorne von der pigmentarmen Zellschicht überdeckt, auf die Hornhauthinterfläche über und tapeziert die ganze staphylomatöse Höhlung aus, nur mikroskopische Lücken lassend. Irgendeine Begrenzung gegen das Hornhautparenchym ist nirgends zu beobachten.

Solange die pigmentarme Epithelschicht reicht, kann man auch den Epithelcharakter der Pigmentzellen, die immer unregelmäßiger werden, erkennen. Mehr nach vorn zu gewinnt die Pigmentschicht hier und da an Mächtigkeit, indem sie Bindegewebszüge in sich faßt mit bindegewebigen, verzweigten Pigmentzellen; mancherorts möchte man fast eine Membran annehmen, auf der eine feine Einzelschicht langgestreckter, pigmentfreier Zellen aufliegt, die die Hornhaut nach Art der Descemet abgrenzt: es handelt sich aber um glasartige, aus Bindegewebe hervorgegangene Membranen mit zarten Bindegewebszellen. Mächtigere Bindegewebsneubildungen in Form von Auflagerungen auf die Pigmentschicht werden auf kürzere Strecken angetroffen. Ihre Dicke beträgt etwa ein Drittel der dünnen Hornhaut in maximo.

Die Pigmentauskleidung erleidet nur insofern mikroskopische Lücken, als die Pigmentschicht sich hier und dort in Brocken auflöst, und zwischen den Brocken sich freies Bindegewebe findet. Das ist aber strikte nur der Fall, wenn neugebildete Bindegewebsschwarten angelagert sind. Die Pigmenttapete ist, wenn sie sich nicht in einzelne Zellgruppen auflöst, aber auch da angedeutet, gegen die Hornhautsubstanz in einer Linie abgegrenzt, auch an der Stelle der Stranginsertion, was mir wegen der Frage der Hornhautperforation wichtig erscheint. Nur in den Randpartien der Hornhaut sieht man Züge von Pigmentzellen in den oberen

Corneaschichten, auch als Belag der Spalten, wohin sie vom Hornhautrand her eingewandert sind.

An der Hinterwand der Quermembran findet man, von den Fortsätzen ausstrahlend, in unregelmäßiger Anordnung, aber doch in der Hauptsache quer zur Längsachse gerichtet, kurze, straffe Fasern, die mit Säurefuchsin sich rot färben; sie sind auch an den „Inseln“ anzutreffen und stellen Reste der Zonula dar. An dem und jenem Vorsprung sind sie ganz mächtige Büschel, die deutlich am Epithel inserieren, aber hier nach allen Richtungen streben können.

An der Seite des Bulbus (der nasalen), wo die Quermembran nur mit einem Sporn entspringt, ziehen hinter der Membran Zonulafasern zu einem ganz zart tingierten streifigen Gebilde, das wie ein quergetroffenes feinstes Häutchen aussieht. Es ist wohl eine Glaskörperverdichtung. Auch ein feinster, zart gefärbter und faseriger Faden mit schlanken vereinzelten Bindegewebszellen zieht im Staphylomraum zum Stranganseatz. Daß diese beiden Gebilde Reste der Linsenkapsel sind, ist ganz ausgeschlossen, auch sonst ist nichts zu finden, was auf Linsenreste hindeutete: keine Myelintropfen, keine Bläschenzellen oder dergleichen.

Bei der Beschreibung des linken Auges kann ich mich kurz fassen: Hier ist die Netzhaut in der Gegend der Ora serrata stärker verändert, es kommt zur Verwerfung der Schichten bis zur Rosettenbildung der äußeren Körnerschicht. Ein Corpus ciliare ist, wenn auch unvollkommen, entwickelt, eine Iris fehlt. Die staphylomatöse Höhle ist, wie am rechten Auge, vorhanden, mit etwas größeren Lücken bei völligem Mangel der Descemetschen Membran. Eine so ausgesprochene „Siebmembran“ wie rechts ist nicht vorhanden, immerhin gehen weite Vorsprünge in das Lumen des Bulbus hinein, die in feinen Pigmentmembranen über die Bulbusmitte reichen. Auch eine Verbindung mit der Staphylomhinterfläche ist vorhanden. Ob einige zarte, schollige Massen von geringem Umfang, die hinter der Membran liegen, als Linsenreste aufzufassen sind, möchte ich sehr bezweifeln.

Wenn es auch zu bedauern ist, daß eine Untersuchung der beiden Augen zu Lebzeiten des Riedbocks nicht stattgefunden hat und daß die Bulbi erst im 5. Monat post partum zur histologischen Verarbeitung gelangt sind, so besteht doch gar kein Zweifel, daß die pathologisch-anatomischen Veränderungen der Augen ihren Ursprung im Fötalleben haben müssen. Nach der Geburt wurde das Seltsame der Augen zunächst nicht entdeckt, möglich auch, daß intra vitam eine noch größere Ausbeulung der Staphylome stattfand, bis die Unfähigkeit des Tieres, sich zu orientieren, die Entdeckung der Erblindung herbeiführte.

Die drei Hauptmomente des pathologischen Befundes sind:

Die enorme Staphylombildung der Cornea,

die Zweiteilung des vorderen Uveaabschnittes in ein, die Hornhauthinterfläche völlig auskleidendes Blatt und in ein unregelmäßiges Wand- und Strangsystem, das auch mit dem Hornhauthinterflächenblatt in Verbindung bleibt,

schließlich das Fehlen der Linse und linsenartiger Reste.

Zu beachten ist das Auftreten dieser Anomalien an beiden Augen der Redunca.

Das Hauptinteresse liegt in der häufig diskutierten Frage: Entzündung oder Mißbildung?

Zunächst muß man sich gegen einen Einwand wenden, der möglicherweise erhoben werden könnte, daß nämlich ein Teil der pathologischen Veränderungen auf eine Erkrankung nach der Geburt zurückzuführen sei und besonders die Ruptur einer angeborenen, auf Entzündung oder auf Entwicklungsstörung basierenden Staphyloms das Fehlen der mit der Kapsel luxierten Linse bedingt habe. Ich habe schon zugegeben, daß ein weiteres Wachstum des Staphyloms — besser gesagt eine stärkere Auswölbung der vorderen Bulbushälfte — nach der Geburt nicht unmöglich sei, es würde aber diese Staphylomvergrößerung dem pathologischen Bild weiter keinen Eintrag tun und vor allem die Frage, ob Entzündung oder Mißbildung, nicht berühren. Gegen eine Entzündung oder gar gegen eine perforierende Erkrankung spricht aber alles: nirgends sind entzündliche Infiltrationen aufzufinden, nirgends ist das Hornhautepithel im Sinne eines Ulcus perforans verändert, nirgends im Hornhautparenchym eine Geschwürsnarbe zu sehen. Selbst wenn man das resultatlose Absuchen der gehärteten Staphylomkuppen als nicht beweiskräftig gegen die Annahme einer Perforation ansehen will, muß man nach dem histologischen Befund einen Durchbruch durch die Hornhaut während des Lebens sicher, intrauterin mit der größten Wahrscheinlichkeit ausschließen. Dagegen spricht auch das Fehlen eines Linsenbettes in beiden Augen, dagegen spricht das ziellose, nach allen Richtungen erfolgende Ausstrahlen der rudimentären Zonularfasern und dagegen spricht auch die Gleichmäßigkeit, mit der die Hinterfläche der Hornhaut vom Pigmentblatt ausgekleidet ist.

In den meisten Fällen, die über angeborene Staphylombildung bekannt wurden, sind in der Vollzahl oder Mehrzahl typisch: die angeborene Hornhauttrübung, die Defektbildung oder das Fehlen der Descemetschen Membran und die vordere Synechie. An meinen hier beschriebenen Antilopenaugen waren nach dem Befund die Hornhäute natürlich trüb,

eine Descemetsche Membran fehlt ganz und die Auskleidung der Staphylomhinterfläche kann man als eine totale vordere Synechie ansprechen.

Läßt man einstweilen die Frage der Linsenlosigkeit beiseite und betrachtet nur das Problem der kongenitalen Hornhauttrübung, Hornhautstaphylombildung und der Uveahornhautadhärenzen, so möchte ich wegen der umstrittenen Erklärung, wie solche Erscheinungen entstehen, auf die Arbeit von Wirths (67) verweisen, um Wiederholungen zu vermeiden. Dort sind in übersichtlicher Weise gegenübergestellt die E. v. Hippelsche Theorie des Ulcus corneae internum, das als der Ausgangspunkt der Hornhautveränderungen angesehen wird und ihren entzündlichen Werdegang zu beweisen sucht — andererseits die Wardrop-Mager-Peterssche Auffassung, die die angeborenen Hornhautanomalien dieser Art als durch Entwicklungsstörungen bedingt ansieht. Es sind besonders die Arbeiten von Peters, die hier aufklärend gewirkt haben; auch den Zusammenhang der kongenitalen Hornhauttrübungen mit dem Staphylom, die Frage der vorderen Synechien als Stütze der Petersschen Annahme, schließlich den Anteil der Defektbildung in der Descemet, wolle man in der zitierten Arbeit, die der Petersschen Theorie selbst eine weitere Stärkung gibt, nachlesen.

Verbindungen zwischen Iris und Hornhauthinterfläche, von der Membrane pupillaris perseverans corneae adhaerens bis zur ausgedehnten Verschmelzung beider Organe sind zahlreich beobachtet und beschrieben worden. Ausgeschaltet sind hier naturgemäß alle Fälle mit nachgewiesener Entleerung der Vorderkammer nach Perforation. Die Verbindung kann in einem einzelnen Faden bestehen; Makrocki (30) zählte bei einem 15jährigen Mädchen 4 Fädchen, Vossius (64) bei einem 19jährigen jungen Mann 6 feine gelbliche Fädchen und einen dicken braunen Strang, Samelsohn (49) bei einem 20jährigen Mädchen 17—18 Fädchen. Die Insertion an der Descemet geschieht in einer rundlichen Trübung, die pigmentiert sein kann. Die Strangbildung kann gelegentlich vom Pupillarrand und der Irishinterfläche ausgehen (Herbst 13). Ausgesprochene Mißbildungen stellen schon Fälle dar wie der E. v. Hippels (19), wo in einem Mikrophthalmus aus dem mesodermalen Gewebe der Corneoscleralgrenze ein Gefäß mit dicker Scheide zur Hinterfläche der Hornhaut zieht, dort verlötet ist und durch die vordere Kammer zur Pupillarmembran zurückkehrt. Nimmt man an — eine wohl zweifelsfreie Annahme —, daß die Verbindungen zwischen Hornhauthinterfläche und Regenbogenhaut der mangelhaften oder späten Trennung der mesodermalen Anlage zugeschrieben werden müssen, aus welchen Cornea und Pupillarmembran etwa in der 9. Embryonalwoche sich differenzieren, so kann man

sicher hierher auch die Fälle von Melanose der Hornhaut rechnen (van Duyse 7, de Schweinitz 54, Kruckenberg 26, zur Nedden 36, Weinkauff 66). Etwaige Stränge, deren Ansätze pigmentiert waren, können resorbiert sein (Krämer 25).

Seltener sind schon innigere Verschmelzungen von Iris und Cornea. Die Defektbildung der Descemet als das Primäre angenommen, erklärt die Größe des Defekts ohne weiteres den Umfang der Vereinigung, sei es, daß sich die mesodermale Hornhautirisanlage zu spät oder nur teilweise getrennt hat, sei es, daß die mangelnde Descemet eine Wiedervereinigung beider Bildungen ermöglichte. Es ist dabei gleichgültig, ob die Ektasie der so gearteten Hornhaut intrauterin oder durch erhöhten Druck post partum erfolgt (E. v. Hippel, Majou, Seefelder). Ich führe an Pinkus (42), der bei einem angeborenen Hornhautstaphylom 10 Monate post partum die Iris bis auf einen schmalen Bezirk mit der Cornea verwachsen fand; Seefelder (56), der die Auskleidung des Staphyloms durch Irisgewebe bis auf eine Lücke, die vielleicht der Pupille entsprach, beschrieb. Descemetsche und Bowmansche Membran fehlen im Bereich der narbig veränderten Cornea. Haab (12) fand die Iris ohne vorhergegangene Perforation der Staphylomhinterwand anliegend. Die Fälle ließen sich wohl noch vermehren, bei denen ohne nachweisbare entzündliche Merkmale die Vereinigung geschildert ist.

Für die Entstehung der Staphylome durch Entwicklungshemmungen sind natürlich Verlagerungen, Cystenbildungen und sonstige Mißbildungen besonders beweiskräftig, sie sind auch vielfach gefunden worden und als Cysten, Muskelneubildungen, Linsendislokationen, -einschließungen, Katarakte, Lenticonus, Linsenrudimente, rudimentäre „Doppellinsen" u. a. m. beschrieben. Hieran schließt sich der Fall von Bernheimer (4), der ein angeborenes totales Hornhautstaphylom mit Dermoidbildung der Cornea publizierte; beinahe in der ganzen Ausdehnung der Pseudocornea liegt zwischen dieser und der Iris, stellenweise mit letzterer verwachsen, die Descemetsche Membran. Allerdings glaubt Bernheimer, eben wegen der geschilderten Verlötung, an eine embryonale Entzündung. Ja, während van Duyse als Erklärung der Staphylomgenese eine Amnionverwachsung mit der Hornhautoberfläche annimmt, will Bernheimer eben durch die Entzündung möglicherweise eine Amnion-Hornhautverwachsung herbeigeführt wissen. Ich kann mich nicht zu dieser Entzündungstheorie bekehren, denn ich verfüge über einen ähnlichen Fall, bei dem die Verschmelzung uvealen Gewebes mit der allerdings nicht staphylomatösen Hornhaut ebenfalls mit einem Corneoconjunctivaldermoid kompliziert war. Dabei bestand außer andern schweren Veränderungen

ein cystisches Opticuscolobom, und auf derselben Gesichtsseite eine Cheilognatho-palatoschisis.

Salffner (48) berichtet von der cutisartigen Mißbildung zweier Pferdebulbi mit mangelhafter Entwicklung der vordern Bulbushälfte, also ohne Staphylombildung, mit Colobom der Aderhaut und des Opticus. Hier liegt unten die Iris ohne Vorderkammer der Hornhauthinterfläche an, oben ist nur das Pigmentblatt erhalten, auch der Hornhaut angelagert. Das Pupillargebiet ist mit einem feinen fibrillären Bindegewebe, der Fortsetzung der äußeren Irisschicht, ausgefüllt.

Aber nirgends finde ich eine so absolute Vereinigung von Irisgewebe mit der Hornhauthinterfläche wie bei den Staphylomen der Antilope. Diese ebenmäßige Auskleidung der Staphylomhöhlung spricht schon durch ihre Regelmäßigkeit für die Entstehung durch Entwicklungshemmung, und auch, meine ich, die fast absolute Symmetrie rechts und links! Dazu kommt noch die Strangbildung, die an der Hornhaut inseriert und die wenig von der Norm abweichende Beschaffenheit der hinteren Bulbushälfte. Ein solches Bild kann meines Erachtens nur entstehen, wenn die Mesodermanlage Hornhaut-Iris sich nicht normal differenziert.

Als weitere Stütze für die Staphylomentstehung durch Mißbildung möchte ich für unsern Fall noch die Linsenlosigkeit beider Bulbi anführen. Ein Auge, das durch die perforierende Hornhauterkrankung die Linse verloren hat, sieht histologisch anders aus und ich brauche das nicht weiter zu begründen. Daß aber ein Augenpaar, von der gleichen Entzündung betroffen, mit histologisch gleichem Endausgang ausgeheilt sei, ist eine sehr gezwungene Annahme.

Vielleicht ist das pathologische Verhalten der Cornea-Irisanlage in Zusammenhang zu bringen mit der Linsenlosigkeit, wenn man Entwicklungsstörungen im vordern Abschnitt der sekundären Augenblase annimmt, die in die Zeit der Abschnürung des Linsenbläschens fallen, daß also unsere hypothetische Hemmung in der Cornea-Irisanlage nur eine weitere Folge einer zeitlich früheren Störung wäre. Über den genaueren Vorgang könnte ich allerdings nur Vermutungen äußern.

Peters (38—41) hat die Linsenanomalien in staphylomatösen Augen auf anormale Abschnürungsformen zurückgeführt. Die Linsenbefunde sind in der zitierten Arbeit von Wirths folgendermaßen zusammengestellt:

1. Die Linse liegt in der Hornhaut (Winterstein, Coats, Peters).

2. Die Linse liegt der Hornhauthinterfläche an bzw. steht mit ihr in Verbindung (Stephenson, Treitel, Schieß-Gemuseus, Pinkus).

3. Die Linse steht nicht mit der Hornhauthinterfläche in Verbindung, ist aber verändert (Gallenga [Polarcataract], Seefelder [id.], Mohr, Majou [Lenticonus posterior]).

Dazu käme nach Peters (41) das Fehlen der Linse und eine Art Linsendoppelbildung (Fall Peters-Wirths 41, 67), da in dem Fall neben der Linse noch eine Pseudolinse in der Hornhautsubstanz gefunden worden war.

Neben der Theorie von Peters ist noch die Anschauung von Manz (31) anzuführen, weil auch er den Hemmungsbegriff genauer präzisiert: wenn Gewebe, vor allem Blutgefäße, die durch den Fötalspalt eindringen, sich so mächtig vermehren, daß Schließungsstörungen dieser Spalte auftreten, so können sie auch, eben durch ihre starke räumliche Ausdehnung, andersartiges Gewebe verdrängen.

Im Mikrophthalmus sind Linsenveränderungen ohne weiteres verständlich, immer aber sieht man noch Rudimente oder doch die widerstandsfähigen Kapselblätter (Vossius 65). Ganz zu fehlen scheint die Linse nur im Mikrophthalmus von Becker (2) und Heß, Fall III, während Keil (22) bei der Beschreibung eines Mikrophthalmus beim Kalb zugibt, daß ein linsenförmiger Spalt in einem Knorpelstrang möglicherweise den Ort anzeigt, wo sich die dislozierte Linse einmal befunden hat.

Abgesehen vom Mikrophthalmus ist das Fehlen der Linsenanlage etwas recht Seltenes. Peters (41) führt den Fall von Hanke als bisher einzigen an, und fügt als zweiten den von Mohr (33) hinzu. Es handelt sich um eine doppelseitige Hornhauttrübung mit vorderer Synechie, Persistenz der Pupillarmembran und kongenitaler Aphakie bei einem Schwein. Der Verfasser beschreibt Linsenreste in dem einen Auge (Arch. f. vergl. Ophthalm. 1910, p. 448) und bildet sie ab (ib. p. 446), ebenso in dem andern (ib. p. 450). Peters (41) aber schreibt:

„An beiden mit kongenitalen Hornhauttrübungen behafteten Augen eines Schweines fehlt jede Spur einer Linse und einer Linsenkapsel, wenigstens konnte Ref. sich nicht von der Existenz auch nur von Teilen einer solchen überzeugen.“ Im Literaturverzeichnis ist die das gleiche Thema behandelnde Arbeit von Mohr zitiert, die zeitlich vor der Publikation im Archiv für vergleichende Ophthalmologie in den Klinischen Monatsblättern für Augenheilkunde erschienen war (1910). Der Fall ist sonach zunächst zweifelhaft. Auch der Fall von Schläfke (51) scheint auszuscheiden, da Gebilde im Hornhautscheitel von Peters und Wirths als Linsenrudimente gedeutet werden.

Jedenfalls ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, ein so reiner Fall von Linsenlosigkeit, dazu noch beiderseits, ein recht rares Vorkommnis, das die Veröffentlichung des Falles schon deswegen allein rechtfertigt.

Ob es nun angebracht ist, bei der Genese der Hornhauttrübungen mit staphylomatösen und andern Veränderungen intransigent zu sagen: Hie Entzündung! — hie Entwicklungshemmung! darf füglich bezweifelt werden. Es gibt ganz gewiß auf Mißbildung beruhende ähnliche Fälle, die einwandsfrei schwere Anzeichen der Entzündung tragen. Wirths hat sehr lehrreich die Ansichten der Autoren zusammengestellt und kritisiert. Aber sicher ist, daß überall da, wo Entzündungsmerkmale fehlen, andererseits ein solch ausgesprochener Zyklus pathologischer Veränderungen aufzufinden ist — kongenitale Hornhauttrübungen, Staphylome, Kohärenzen zwischen Hornhaut und Uvea, Linsenanomalien — man wohl sicher das Auge als ein durch Entwicklungshemmung mißbildetes Organ ansehen muß. Die Frage, inwieweit toxische Einflüsse von seiten der Mutter die Mißbildung verursachten oder beeinflussen — ich denke an die Pagenstecherschen Naphthalinexperimente — steht noch zur Diskussion.

Als besonders interessanten Befund möchte ich nochmals die Zonulafasern unserer Präparate erwähnen: von den Ausläufern, Spangen und Buchten der vorderen Uveaanlage gehen sie nach allen Richtungen auseinander, wie suchende Fühler, und ich möchte nochmals diese Erscheinung als Hauptargument benutzen, um das Fehlen der Linsen und jeglicher Linsenanlage zu beweisen.

Literatur.

1. Ballantyne, Anterior Synechia of the pupillary membrane. Transactions of the Ophth. Soc. 1905.
2. Becker, H., Microphthalmus congenitus unilateralis. v. Graefes Archiv f. Ophthalm. Bd. XXXIV, H. 1.
3. Becker, O., Atlas der path. Topographie des Auges. Taf. XVIII.
4. Bernheimer, Angeborenes totales Hornhautstaphylom mit Dermoidbildung. Archiv f. Augenheilk. Bd. XVIII, H. 2.
5. Coats, Congenital anterior Staphyloma. Ophthalmoscope 1910.
6. van Duyse, Membrane pupillaire persistante adhérente à la cornée. Archives d'Ophtalm., Bd. XXII.
7. — — Encyclop. française. T. II.
8. Fisher, A case of congenitally imperfect separation of iris from back of the cornea. Transactions of the Ophthalm. Society 1900.
9. Gallenga, Contributo alla conoscenza della ectasie opache congenite della cornea de cheratite intrauterina. Archivio d. Ottalm. 1902.
10. Gesang, Über Membrana pupillaris persistens corneae adhaerens. Deutschmanns Beiträge, Heft 60, 1904.
11. v. Grolmann, Über Mikrophthalmus und Cataracta cong. vascul. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. XXXV, H. 3.

12. Haab, Beiträge zu den angeborenen Fehlern des Auges.

13. Herbst, Eine auffallende Entwicklungsanomalie des Auges. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. XLIV, 1906.

14. Heß, K., Zur Pathogenese des Mikrophthalmus. v. Graefes Archiv f. Opththalm. Bd. XXXIV, H. 1.

15. Hirschberg-Birnbacher, Angeborenes Hornhautstaphylom. Zentralbl. f. Augenheilk., 1886.

16. Hippel, E. v., Über Hydrophthalmus congenitus nebst Bemerkungen über die Verfärbung der Cornea mit Blutfarbstoff. v. Graefes Archiv für Ophthalm., Bd. XLIV, 1897.

17. — Das Geschwür der Hornhauthinterfläche. Halle, C. Marhold, 1900.

18. — Zur pathologischen Anatomie des Glaukoms nebst Bemerkungen über Netzhautpigmentierung vom Glaskörperraum aus. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. LII, H. 3.

19. — Membrana pupillaris persistens corneae adhaerens. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. LX, H. 3.

20. — Die Mißbildungen und angeborenen Fehler des Auges. Graefe-Saemisch, Handb. d. ges. Augenheilk. Bd. II, 2. Aufl., 1.

21. — Über angeborene Defektbildung der Descemetschen Membran. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde, 1906.

22. Keil, Rechtsseitiger Microphthalmus congenitus beim Kalbe. Arch. f. vergleich. Ophthalm. 1911, Heft 1.

23. v. Koelliker, Zur Entwicklung des Auges und Gesichtsorganes menschlicher Embryonen. Festschrift der Univ. Zürich gew. 1883.

24. — Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere.

25. Krämer, Die angeborenen Pigmentierungen der Hornhaut. Zentralbl. f. prakt. Augenheilk., 30. Jahrg. 1906 und: Ein neuer Beitrag zur angeborenen Hornhautpigmentierung. Ibidem.

26. Kruckenberg, Beiderseitige angeborene Melanose der Hornhaut. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. XXXII, 1899 (2 Aufsätze).

27. Krückow, Zwei Fälle von angeborenem Hornhautstaphylom. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., 1875.

28. Lange, Zur Anatomie und Pathogenese des Microphthalmus congenitus unilateral. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. XLIV, H. 1.

29. Majou, Congenital anterior senechia with buphthalmus. Ophthalmoscope, 1911.

30. Makrocki, Membrana pupillaris persistens corneae adhaerens. Archiv f. Augenheilk., Bd. XIV.

31. Manz, Die Mißbildungen des menschlichen Auges. Graefe-Saemischs Handbuch der ges. Augenheilk., 1. Aufl., Bd. II.

32. Meller, Über Geschwürsbildung an der Hornhauthinterfläche. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. LXXII, 1909.

33. Mohr, Kongenitale Hornhauttrübung mit vorderer Synechie, Persistenz der Pupillarmembran und kongenitaler Aphakie beim Schwein. Archiv f. vergleich. Ophthalm., 1. Jahrgang, 1910, Heft 4.

34. — Beiträge zur Entstehung der congenitalen Hornhauttrübungen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 1910.

35. Monessi, Contributo allo studio della stafiloma irido-corneale congenito. Annal. di Oftalm., Bd. XLI.
36. Zur Nedden, Ein Fall von angeborener Melanosis corneae in Verbindung mit einem Pigmèntnetz in der vordern Kammer und auf der Iris. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. XLI, 1903.
37. Nußbaum, Die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. Graefe-Saemischs Handb. der ges. Augenheilk., 2. Aufl., Bd. II, 1.
38. Peters, Über angeborene Defektbildung der Descemetschen Membran. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. XLIV, 1906.
39. — Weiterer Beitrag zur Kenntnis der angeborenen Defektbildung der Descemetschen Membran. Ibid. Bd. XLVI, 1908.
40. — Die angeborenen Fehler und Erkrankungen des Auges. Bonn 1909.
41. — Die Pathologie der Linse. Erg. d. allgem. Pathol. und path. Anat., 1914.
42. Pinkus, Beitrag zur Lehre vom Staphyloma corn. congen. Inaug.-Diss. Königsberg 1887.
43. da Gama Pinto, Intraoculare Tumoren. Wiesbaden, 1886.
44. Reis, Angeborener Defekt der Membrana Descemeti. Verhandl. d. Ophthalm. Gesellsch. 1911.
45. — Untersuchungen zur pathologischen Anatomie und zur Pathogenese des angeborenen Hydrophthalmus. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. LX, H. 1.
46. Rumschewitsch, Ein seltener Fall von persistierender Pupillarmembran. Archiv f. Augenheilk., Bd. XLVI, 1902.
47. Runte, Ein Fall von angeborenem Hornhautstaphylom. Archiv f. Augenheilk., 1903.
48. Salffner, Angeborene Anomalie der Cornea und Sclera, sowie andere Mißbildungen zweier Pferdebulbi. Archiv f. Augenheilk., Bd. XLV, 1902.
49. Samelsohn, Ein ungewöhnlicher Fall von persistierender Pupillarmembran. Zentralbl. f. Augenheilk., 1880.
50. Schieß-Gemuseus, Vier Fälle angeborener Anomalie des Auges. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. XXX, H. 3.
51. Schläfke, Über Buphthalmus mit vorderen Synechien und Fehlen der Linse. v. Graefes Archiv f. Ophthalm., Bd. LXXXVI.
52. Schoute, Abnorme Fäden in der vorderen Augenkammer. Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. III, 1900.
53. Schweigger, Vordere Synechie ohne Perforation der Hornhaut. Archiv f. Augenheilk., H. 17.
54. de Schweinitz, Diseases of the eye. 1903.
55. Seefelder, Die angeborenen Anomalien und Mißbildungen des menschlichen Auges. Ergebnisse von Lubarsch und Ostertag, 1910.
56. — Ein anatomischer Beitrag zum Wesen der angeborenen Hornhauttrübungen. Archiv für Augenheilk., 1905.
57. — Über den anatomischen Befund in einem Falle von Membrana pupillaris persistens corneae adhaerens und angeborener Hornhauttrübung. Archiv f. Augenheilk., 1911.
58. Steinheim, Zur Kenntnis der angeborenen Staphylome der Hornhaut. Zentralbl. f. prakt. Augenheilk., 1897.
59. Stephenson, Congenital anterior staphyloma. Ophthalmoscope, 1911.



60. Teplaschin, Zur pathologischen Anatomie der intrauterinen Augenkrankheiten und insbesondere der angeborenen Hornhauttrübung. Archiv f. Augenheilk., Bd. XXX, 1895.

61. Terrien, Anatomie pathologique et pathogénie de la kératite congénitale. Archiv. d'Opht. Bd. XXII, 1902.

62. Treacher-Collins, Congenital anterior staphyloma. Transact. of the Ophth. Soc. 1909.

63. Treitel, Beiträge zur pathologischen Anatomie des Auges. v. Graefes Archiv f. Ophthalm. Bd. XXII, H. 2, 1876.

64. Vossius, Zur Kasuistik der angeborenen Anomalien. Deutschmanns Beiträge, Bd. IX.

65. — Ein Fall von Microphthalmus congenitus. Bericht über die 25. Vers. der Ophth. Gesellsch. 1896.

66. Weinkauff, Zur doppelseitigen Melanose der Hornhaut. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 38. Jahrg. 1900.

67. Wirths, Über angeborene Hornhautstaphylome. Deutschmanns Beiträge, 86. H., 1913.

68. Wüstefeld, Persistierende Pupillarmembran mit Adhärenz der Cornea. Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. IV. 1900.

[Aus der Königl. Universitäts-Augenklinik zu Kiel. Dir.: Prof. Heine.]

Über den Fontanaschen Raum im Vogelauge.

Von

Dr. Engelhard Wychgram.

Mit Tafel IX bis XI und fünf Abbildungen im Text.

Das Studium der Physiologie und Anatomie des Sauropsidenauges, besonders des Sehorganes der Vögel ist durch ophthalmologische Arbeiten der letzten Jahre, besonders durch die umfassenden Arbeiten von Heß wesentlich gefördert und gewissermaßen auf eine breitere Basis gestellt worden. Die Wahrscheinlichkeit eines vom Helmholtzschen Typus sehr verschiedenen Akkommodationsmechanismus bei den Vögeln, welche wohl zuerst von Cramer vermutet, dann von Heinrich Müller und neuerdings von Heß näher begründet wurde, ist geeignet, der topographischen und histologischen Anschauung über den Bau und das Zusammenwirken der ciliaren Teile eine bestimmte Richtung zu geben. Dies wird sich besonders darin zeigen, daß man im Gegensatz zu einer rein aufzählenden und vergleichend beschreibenden Weise die Fragestellung nach dem funktionell-mechanischen Charakter der Struktur der einzelnen Gebilde und der anatomischen Grundlage ihres Zusammenwirkens mehr zu betonen hat, wie dies für das Vogelauge neuerdings Franz in seiner großen Monographie versucht hat.

Eine vollständige und einwandfreie Klarlegung des Akkommodationsmechanismus ist nur zu erwarten, wenn physiologische und anatomische Methoden planmäßig zusammenarbeiten; diese Forderung ist auch in den immer noch klassischen und methodisch bei weitem noch nicht überholten Arbeiten von Beer erkannt und berücksichtigt worden, während die rein anatomischen Untersuchungen, selbst wenn sie in ihrer Art reichhaltig, exakt und kritisch gehalten sind, leicht ungewissen Spekulationen Raum geben.

Als ein besonderes Ereignis in der Geschichte dieses Spezialgebietes der Forschung kann die Auffindung von Methoden bezeichnet werden, welche es ermöglichen, die akkommodativen Zustandsänderungen so zu erzeugen, daß sie der mikroskopischen Weiterbehandlung und Untersuchung zugänglich werden. Hier scheinen sich endgültig doch die chemischen Mittel zu bewähren, während die physikalischen Methoden versagen (v. Pflugk). Man kann nur bedauern, daß nicht schon die älteren und ausgezeichneten Autoren, so Heinrich Müller und Canfield, die lehrreiche und energische Wirkung des Nikotins auf den Akkommodationsapparat gekannt haben.

Mancherlei Deutungen und Beschreibungen hat der Akkommodationsapparat des Vogelauges über sich ergehen lassen, es ist jedoch bis jetzt noch keine eingehendere Untersuchung erschienen über die Verhältnisse des Kammerwinkels oder, besser gesagt, über die Struktureigentümlichkeiten des Fontanaschen Raumes. Dieser Raum spielt in der Pathologie des menschlichen und Säugetierauges auch sonst eine bedeutende Rolle, die sich dadurch erklären läßt, daß dieser zirkuläre Raum einen der wichtigsten inneren Kommunikationswege des Flüssigkeitswechsels darstellt, dessen Lage und Ausbildung die leichte Veränderlichkeit und Verletzlichkeit bei pathologischen Prozessen der Nachbarschaft bedingt. Bei dem Studium von Tieraugen macht man die Erfahrung, daß in den dem menschlichen Auge ähnlich gebauten Augen an diesen Gebilden verhältnismäßig oft Veränderungen gefunden werden, während Vogelaugen nur ganz selten von pathologischen Veränderungen betroffen zu werden scheinen.

Das Vogelauge ist in dieser Beziehung völlig andersartig gebaut. Der Fontanasche Raum stellt in fast allen bislang untersuchten und beschriebenen Augentypen der Vögel ein an Größe und Struktur bedeutendes und auffallendes Gebilde dar. Wenn man dem Flüssigkeitswechsel des Säugetieres analoge Verhältnisse annehmen will, so müßte der Flüssigkeitswechsel im Vogelauge ganz bedeutend umfangreicher und rascher sein. Hierzu kommt noch die bedeutsame Tatsache, die, von Nußbaum entdeckt, neuerdings von Heß durch schöne Experimente erhärtet ist, daß ein Teil und Rest der fötalen Augenspalte im Ciliarkörper bei Tagvögeln zeitlebens persistiert und als ein wegsamer Kanal funktioniert, durch welchen Druckdifferenzen zwischen Vorderkammer und Glaskörperraum sich ausgleichen können.

Der Fontanasche Raum des Vogelauges erhält sein so überaus charakteristisches Gepräge fast einzig durch das sogenannte Ligamentum pectinatum, welches jedoch nicht ein Band, sondern ein wohldifferenziertes

System von Fasern darstellt, deren funktionelle Bedeutung für den Akkommodationsakt noch nicht völlig klargestellt ist. Es wird sich daher bei einer anatomischen Würdigung dieses Raumes wesentlich um eine Beschreibung des Ligamentum pectinatum handeln, wobei die unter verschiedenen Akkommodationsverhältnissen sich aufdrängenden Verschiedenheiten und die mechanischen Strukturbeziehungen dieses Gebildes zu einer Diskussion seines funktionellen Verhaltens Veranlassung geben.

In vorliegenden Ausführungen ist folgendes Material verarbeitet worden:

Columba domestica,
Falco tinunculus,
Corvus frugilegus,
Corvus cornix,
Larus argentatus,
Larus ridibundus,
Sula bassana,
Athene noctua,
Struthio (Somalistrauß).

An den erstgenannten beiden Tieren wurden künstlich Akkommodationskrampf und Lähmung erzeugt, und die Augen im Maximum der erreichbaren Veränderungen enukleiert und fixiert. Die übrigen Augen stammen aus der Sammlung des Senckenberg-Museums in Frankfurt a. M. und ich möchte an dieser Stelle für die liebenswürdige Überlassung des Materials meinen besten Dank aussprechen. Das Auge des Somalistraußes entstammt der Sammlung von Tieraugen der Universitäts-Augenklinik zu Kiel. Das betreffende Präparat ist, bis auf unbedeutende Falten der Hornhaut, ausgezeichnet fixiert, die Netzhaut liegt — es handelt sich um einen Meridionalschnitt durch den ganzen Bulbus — überall gut an, so daß gröbere Trennungen der anatomischen Zusammenhänge wohl mit Sicherheit auszuschließen sind.

Was nun die Verhältnisse unter verschiedenen Akkommodationszuständen anlangt, so wurde folgendermaßen verfahren: Es wurde bei einer großen Zahl von Tauben und bei 5 jungen Turmfalken auf skiaskopischem Wege die Refraktion des ruhenden Auges bestimmt. Im allgemeinen fand ich beim ruhenden Auge eine manifeste Hyperopie von etwa einer Dioptrie. Diese Hyperopie ließ sich durch Lähmung des Akkommodationsapparates nach Instillation einer einprozentigen Lösung von Strophantin in den Conjunctivalsack stets auch in ihrem totalen Werte feststellen, welcher 2 bis höchstens 3 D. betrug. Strophantin bewirkt zuerst eine rasch vorübergehende mäßige Miosis mit myopischer

Refraktion, dann eine konstante Ophthalmoplegia interna, die über Wochen anhält.

Andererseits ist durch Instillation einer wässerigen Nikotinlösung (einprozentig) rasch eine äußerst intensive Miosis und ein energischer Akkommodationskrampf (Myopie von 8 bis 10 D.) zu erzielen. Diese Verhältnisse sind von Heine zuerst anatomisch dargestellt und neuerdings von Heß und von v. Pflugk ausgiebig benutzt worden.

Es wurden nun auf der Höhe der Miosis, während die Pupillen bei Tauben und Falken übereinstimmend ca. $^2/_3$ bis 1 mm Durchmesser hatten, die Augen rasch enukleiert und in toto in einer Lösung fixiert, die 10 % Formaldehyd und 3 bis 4 % Salpetersäure in wässeriger Lösung enthält. Ebenso wurde mit den gelähmten Augen verfahren. Es zeigte sich, daß bei dieser Fixierung keine Änderung der Pupillenweite zu bemerken war, auch lag die Retina bei späterer äquatorialer Halbierung der Bulbi immer überall faltenlos und glatt an, so daß man wohl berechtigt ist, eine gute Erhaltung der natürlichen topographischen Verhältnisse der inneren Teile der Augen anzunehmen.

Es ergab sich nun der konstante Befund: bei allen mydriatischen, mit Strophantin vorbehandelten Augen war der Fontanasche Raum schmaler als bei den nikotinisierten Augen, ferner lag in den gelähmten Augen das Ligamentum pectinatum stets wellig und scheinbar vollkommen entspannt im Kammerwinkel, während in den akkommodierten Augen das Ligament ad maximum ausgezogen, straff und in seinen Hauptfasern geradlinig gespannt erscheint. Diese Verhältnisse beschrieb ich bereits 1912 und möchte daran hier noch einige Betrachtungen knüpfen.

Franz bestreitet in seiner Monographie über das Vogelauge, in welcher er ein sehr umfangreiches und umfassendes Material verarbeitet hat, das Vorhandensein eines derartig geräumigen Canalis Fontanae unter physiologischen Verhältnissen, wie er immer auf Meridionalschnitten erscheint, und wie er in der Literatur beim Vogelauge allgemein angenommen und beschrieben wird. Hiergegen hat sich Ischreyt auf Grund seiner vergleichenden Untersuchungen am Entenauge gewandt, und Heß betont das Vorhandensein des Ligamentes, welches er in vivo und mit gleichzeitiger akkommodativer Dehnung des Fontanaschen Raumes beobachtet hat. Ähnliche Beobachtungen beschreibt auch Beer. Franz kommt zu seiner Ansicht auf Grund von Schnitten, welche, um das Ligament darzustellen, viel zu dünn sind, und so erklärt es sich auch, daß Franz den Zeichnungen, welche Canfield seiner Arbeit mitgibt, und welche recht zutreffende Bilder des Ligamentes enthalten, eine gewisse Schematisierung zuschreibt. Es fragt sich nun, welche artefiziellen

Veränderungen des Corpus ciliare durch den oben beschriebenen Präparationsakt und die chemische Fixierung am überlebenden Auge angenommen werden müssen oder können, welche den Canalis Fontanae und die ihn gänzlich erfüllenden Fasern als Zerreißungsprodukte oder mindestens als Dehiszenzen aufzufassen berechtigen können.

Wenn die äußerst enge Pupille der Nikotinaugen sich in der Fixierungsflüssigkeit und selbst in den steigenden Alkoholen in keiner merklichen Weise ändert, so muß man doch annehmen, daß die Apertur des vorderen Uvealtraktus konstant erhalten wird. Da nun unter diesen Umständen am lebenden Auge die vorderen Ligamentfasern als aufs äußerste gedehnt beobachtet sind, und da sie im mikroskopischen Präparat ebenso wiedererscheinen, da ferner eine weitere, die experimentelle noch übersteigende, fixative Kontraktion der zirkumlentalen und Irismuskulatur auszuschließen ist, so steht es außer Zweifel, daß das so gewonnene mikroskopische Bild des künstlich akkommodierten Auges auch dem physiologischen Zustand in weitestgehender Annäherung entspricht. Dies beweisen auch die Bilder von Heß, welche akkommodierte Kormoranaugen darstellen.

Anders liegt es bei der Fixierung des ruhenden, gelähmten Auges. Man wird beim lebenden, ruhenden Auge, selbst wenn man in den hier schmaleren Fontanaschen Raum hineinblicken könnte, nur schwer entscheiden können, ob die Ligamentfasern gespannt sind, oder in den oben beschriebenen S-förmigen Schlingen in loser Entspannung sich befinden, da sie die Neigung haben, in einer Ebene sich einzustellen, in welche auch die Gesichtslinie fällt. Hierzu kommt noch, daß die vorderen Fasern die Weigertsche Elastinfärbung annehmen, so daß man wohl berechtigt ist, aus diesem chemisch färberischen Verhalten auch auf eine gewisse mechanische Elastizität zu schließen. Daß die Fasern sich durch die Fixation verlängern und so erschlaffen, scheint nach den Bildern der akkommodierten Augen jedoch ausgeschlossen, so daß man immerhin nicht fehlgehen wird, wenn man den mikroskopischen Bildern, welche bei extremen physiologischen Zuständen auch die beiden extremen Lageverhältnisse des Ligamentum pectinatum und des Corpus ciliare aufweisen, Glauben schenkt.

Die beiden Figuren 1 und 2 zeigen die genannten Zustände an Falkenaugen und Taubenaugen nach Mikrophotogrammen. Wenn Ischreyt an seinen Entenaugen trotz weiter Pupille und erschlaffter Innenmuskulatur doch gedehnte Fasern zeichnet, so ist dies wohl auf mangelhafte Fixierung zurückzuführen, welche ein Zurücksinken des Ciliarkörpers ermöglicht hat. Die mangelhafte Fixierung geht sowohl aus den Formen

anderer Teile des Auges, z. B. des Ringwulstes der Linse, als auch aus dem Text hervor (Einsinken der Hornhaut, $^1/_4$ prozentige Formollösung!).

Dagegen möchte ich Ischreyt beistimmen, wenn er das einzige von Franz angeführte Beispiel fester Verbindung zwischen Sclera und Ciliarkörper im Vogelauge, bei Motacilla alba, als pathologisch anspricht.

Welche Funktion hat man nun dem Ligamentum pectinatum zuzuschreiben, soweit dies aus der anatomischen Anordnung und den physiologischen Beobachtungen zu schließen ist? Offenbar bewirkt die starke Irismuskulatur, besonders das auffallende Überwiegen der ringförmig angeordneten Sphincterbündel über die Dilatatorfasern, besonders durch die

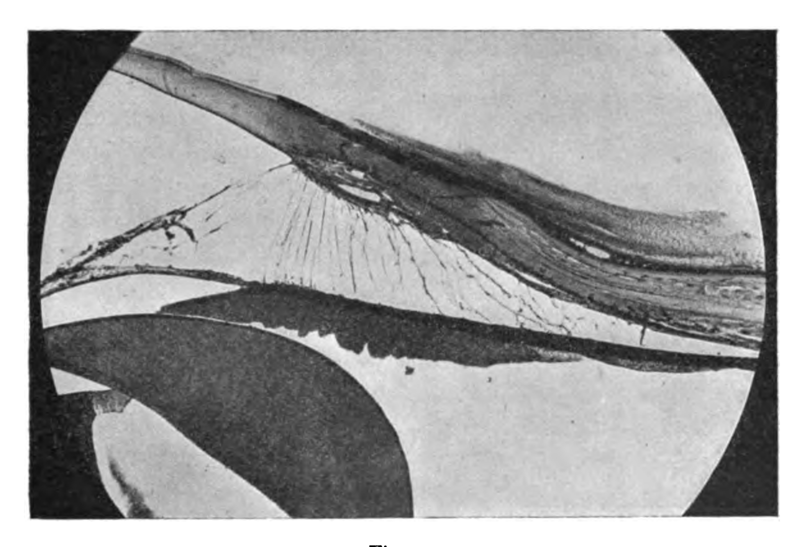


Fig. 1a.

Anordnung am äußeren Irisrand, eine energische Verkleinerung des Ciliarringes, die unbedingt eine Entfernung des Ciliarkörpers von der inneren Scleralplatte zur Folge hat. Hierbei ist es für die Deformierung des Kammerwinkels und die notwendig diese begleitende Spannung des Ligamentum pectinatum gleichgültig, ob der Akkommodationsmechanismus sich nach dem Helmholtzschen Typus oder nach dem von Cramer und Heinrich Müller vermuteten, von Heß neuerdings ausführlich beschriebenen Modus einer Linsenkompression abspielt. In beiden Fällen wird durch die Verengerung des Ciliarringes, gleichviel ob diese aktiv oder passiv einsetzt, der Glaskörperraum verengt, und zwar um soviel, als der Raum der vorderen Kammer durch die Entfaltung des Fontanaschen Kanales erweitert wird. Dies wird auch für das bei Taucher-

vögeln sichere Vortreten der Linsenvorderfläche in die vordere Kammer zutreffen.

Von besonderem Interesse ist es, die schönen experimentellen Feststellungen Beers mit den mikroskopischen Bildern zu vergleichen. Beer mißt dem Ligamentum pectinatum eine besonders große Bedeutung für den Akkommodationsmechanismus zu, und diese Rolle des Ligamentes als elastisches Aufhängeband der Linse erklärt sich daraus, daß er den reinen Typus der Helmholtzschen Erklärungsweise auch auf das Vogelauge angewendet wissen will. Allerdings muß nach dieser Deutung gerade ein unseren Bildern entgegengesetztes Verhalten erwartet werden. Beer schreibt: „Die Linse wird im Ruhezustande des Auges durch die elastische Kraft ihrer Aufhängebänder, insbesondere des mächtigen Ligamentum pectinatum in abgeflachter Form erhalten; durch die bei der Kontraktion des Cramptonschen Muskels, eventuell auch der Müllerschen Portion des Ciliarmuskels eintretende Verschiebung der inneren Hornhautlamelle nach rückwärts wird das Ligamentum pectinatum entspannt; infolgedessen kann die Linse sich der Form nähern, welche ihrer Elastizitäts-Gleichgewichtlage entspricht . . . . ." Dies bedeutet nichts anderes als Spannung des Ligamentes im ruhenden, Lockerung im akkommodierenden Auge.



Fig. 1b.

Andererseits läßt die These 5 der Beerschen Arbeit sich wieder sehr gut mit unseren mikroskopischen Befunden in Einklang bringen, nämlich daß die akkommodative Spannung des Ligamentes der definitiven Erreichung der Ruheform der Linse, d. h. nach Beer der Erreichung der maximalen, der inneren Elastizität der Linse entsprechenden Wölbung ihrer Vorderfläche eine Grenze setzt, so daß sich hieraus die Beobachtung erklärt, daß nach Durchtrennung des Ligamentes eben auch durch weitere elektrische Reizung des Ciliarmuskels keine weitere Wölbungszunahme stattfinden kann. Es ist auffallend, daß Beer der Widerspruch zwischen diesen Beobachtungen und den postulierten Zusammenhängen zwischen akkommodativer Wölbungszunahme der Linsenvorderfläche und der vermuteten Entspannung des Ligamentum pectinatum entgangen ist.

Weniger einfach ist der Befund eines entspannten Ligamentes im

gelähmten, akkommodationslosen Auge mit der Helmholtzschen Theorie in Einklang zu bringen, und auch die Heßsche Theorie geht auf das Zustandekommen des Einstellungswechsels von der starken Akkommodation für die Nähe zu derjenigen für die Ferne (Kompensierung der Hyperopie) nicht weiter ein. Die Erklärung muß einem zentrifugalen Ruhetonus des Sphincters und der aktiven Kontraktion des Dilatators der Iris zugeschrieben werden. Dies jedoch befriedigt nicht völlig, da bei der festen Einfügung der Linse in die äquatorialen Ciliarfortsätze und bei der überaus straffen Befestigung durch die zu letzteren führenden Zonulafasern eine

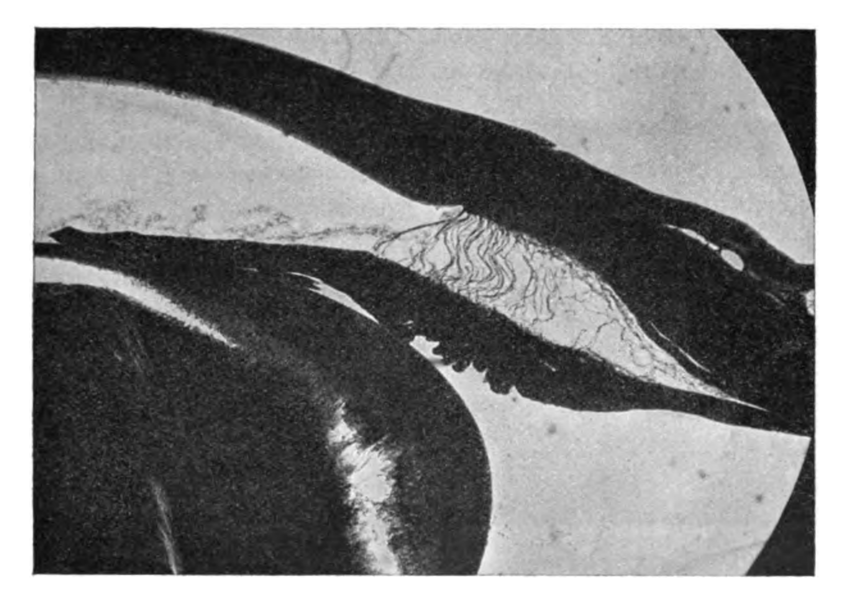


Fig. 2a.

weit aktivere Beteiligung der Ciliarmuskulatur zur Abflachung der Linse oder ein elastischer Hilfsapparat angenommen werden muß, wie Beer es tut. Diese Annahme würde jedoch in der Lockerung des gesamten Bandapparates innerhalb des ganzen Fontanaschen Raumes neue Schwierigkeiten finden. Wir sehen also, daß gerade hier noch offene Fragen vorliegen, welche durch einfache anatomische Untersuchung nicht zu lösen sind, und welche auch der physiologischen Methodik Widerstände entgegensetzen.

Wenn Franz den Akkommodationsmechanismus nach Helmholtz „plus einer Zutat" annimmt, so ist dies doch wohl auch von der Pressionstheorie, trotz des Einspruches von Heß, zu verstehen, denn trotz der

straffen mechanischen Verbindung der Linse mit den ihr direkt aufliegenden Ciliarfortsätzen wäre es doch denkbar, daß bis zu einem gewissen Grade der Wölbungszunahme die Elastizität den passiven Ciliarring mitnimmt und verengt, und daß erst bei der starken Refraktionserhöhung der Tauchervögel unter Wasser die Pression einsetzt. Es läßt sich die Grundidee der Helmholtzschen Erklärung in diesem Sinne auch mit nicht entspannter Zonula vereinen.

Zum Schluß dieser Ausführungen sei noch auf eine heuristische Hilfe für theoretische Betrachtungen hingewiesen, die in Fig. 3 angedeutet ist. Man kann die Bewegungsmöglichkeiten des Ciliarkörpers und des Ligamentum pectinatum als geometrische Örter, in diesem Falle als Kreise um ihre Ansatzpunkte ausdrücken. Das Punctum fixum für den Ciliarkörper wäre der hinterste Winkel des Fontanaschen Raumes. Man sieht, daß von einem wesentlichen akkommodativen und aktiven Nach-vorne-Rücken des Ciliarringes nicht die Rede sein kann. Das Vorrücken der vorderen Linsenbildchen muß demnach wohl rein optisch aus der Wölbungszunahme der Linsenvorderfläche erklärt werden. Das Punctum fixum für das Ligament wäre seine durch den Hornhautwall am Corneo Scleral-Limbus markierte pigmentierte Ansatzstelle, wobei jedoch die Möglichkeit einer Ortsveränderung durch Wirkung des Cramptonschen Muskels in Betracht zu ziehen ist, ebenso wie die Elastizität des Bandes. Man kommt durch diese Konstruktion zu Möglichkeiten, welche mit den mikroskopischen Bildern gut übereinstimmen. Eine Rückwärtsbewegung des Hornhautspornes um die angenommene Strecke a würde, gleiche Spannung des Ligamentes vorausgesetzt, eine weitere Verengerung des Ciliarringes um die Strecke b ermöglichen.

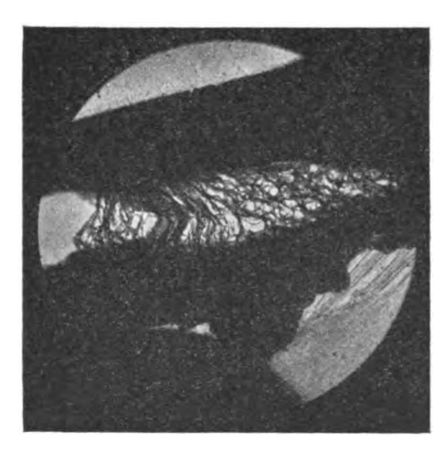


Fig. 2b.

Was nun die Topographie und feinere Histologie des Canalis Fontanae anlangt, so möchte ich im folgenden auf die Verhältnisse beim Somalistrauß und beim Baßtölpel (Sula bassana) besonderes Gewicht legen. Das Auge des Baßtölpels ist meines Wissens überhaupt noch nicht näher untersucht worden und ist auch in der genannten großen Monographie

von Franz nicht aufgeführt. Auch Canfield beschreibt unter den Vertretern der unter Wasser jagenden Tauchervögel nur das Auge des Pinguins. Ferner spricht für die Betonung dieser beiden Beispiele die große biologische Verschiedenheit der Lebensweise und die extremen Stellungen beider Vögel im System.

Sömmering schreibt vom Straußenauge: „Circulus ciliaris scleroticae tam arcte adhaeret, ut canalis Fontanae nullus appareat.“ Franz bemerkt hierzu, daß seine Beobachtung davon abweiche, und schreibt weiter:

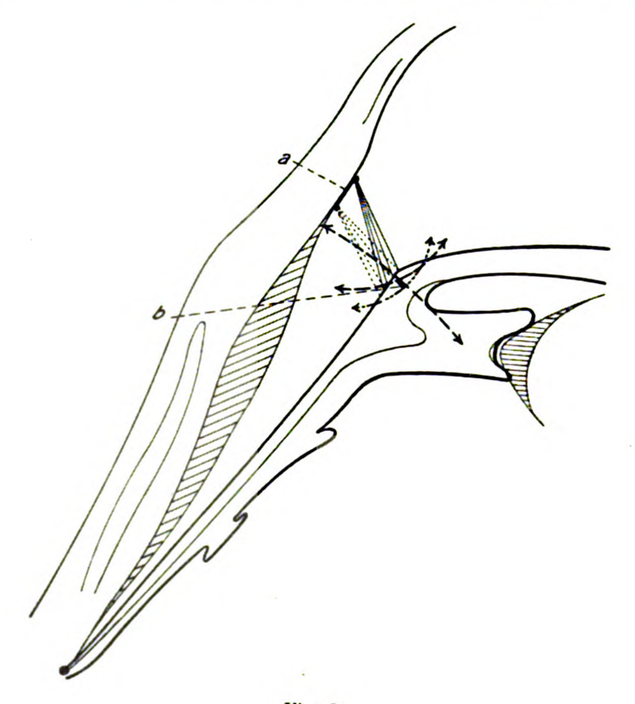


Fig. 3.

„In jenen Fasern, die man als Ligamentum pectinatum iridis bezeichnet, kann man einen Canalis Fontanae annehmen oder doch denselben hineininterpretieren, denn wenigstens solid ist dieser Fasernkranz nicht ... In Wirklichkeit müssen die Fasern, wie überhaupt der Ciliarkörper, fest der Sclera anliegen.“ Diese Zeilen enthalten allgemein die Anschauung über die fraglichen Gebilde, wie Franz sie für das Vogelauge durchgehend aufrechterhält. Hiergegen wäre das Vorhandensein nicht nur des Fontanasches Raumes, sondern auch die Existenz eines wohl ausgebildeten freien Ligamentum pectinatum beim Somalistrauß hervorzuheben, wie

Tafel X es zeigt. Der Raum ist von durchaus typischem Verlauf, indem sein hinterer Winkel mit dem Übergang der Cramptonschen Partie des Ciliarmuskels in den Tensor chorioideae zusammenfällt, und sein distales Ende durch das Maschenwerk der regelmäßigen, wenig verzweigten Vorderfasern des Ligamentes gebildet wird. Daß der Raum in vivo existiert, wird nicht nur durch Analogie aus denjenigen Fällen wahrscheinlich gemacht, in denen eine durchgehende Endothelauskleidung bis an den Tensor chorioideae heran nachweisbar ist, sondern es wird dies ganz sichergestellt durch den deutlichen kontinuierlichen Endothelübergang von der inneren Hornhautfläche zur Irisvorderfläche, welchen die starken Fasern vermitteln. Dieses Vorhandensein von Endothel verlangt Franz mit Recht allgemein für den Beweis der Existenz des Fontanaschen Raumes im lebenden Auge, und es ist für die Fasern und Balken im Auge der Säugetiere und Vögel bereits hinreichend nachgewiesen worden, so von Canfield, Dostoiewsky, Haase, Königstein, Ischreyt, Wychgram.

Was die feineren Verhältnisse betrifft, so sind sie bei den verschiedenen untersuchten Vögeln merkwürdig konstant und nur graduell verschieden. Die fibrilläre Grundsubstanz der Fasern ist offenbar elastischer Natur, färbt sich typisch nach Weigert und zeigt ihre solideste, kräftigste Ausbildung in denjenigen Fasern, welche den Kammerwinkel nach dem Pupillargebiet begrenzen, und denen man daher eine mechanische Funktion zuzumuten berechtigt ist, um so mehr, als diese überall genau dort in das Corpus ciliare einstrahlen, wo der Linsenäquator durch die ihm aufsitzenden „Stempel" der Ciliarfortsätze und durch straffe, kurze Zonulafasern fixiert ist.

Auch beim Straußenauge ist der vordere Teil des Bandapparates, welcher am Übergang der Iris in den Ciliarkörper gelegen ist, dadurch charakterisiert, daß die Fasern nicht verzweigt und von besonderer Stärke sind, und daß bei ihnen die kontinuierliche Endothelbekleidung sehr leicht nachweisbar ist. Dieser Zellbelag bildet eine dünne Umscheidung in einfacher Schicht, so daß die Kerne meist als flache Erhebungen die Konturen der Fasern überragen. Dabei findet der Übergang aus der kubischen Form der cornealen Zellen in die flache, den Gefäßendothelien ähnelnde Form der Iriszellen bereits dicht an der vorderen Ansatzstelle statt. Hier sieht man auch, daß die Fasergrundsubstanz aus der homogenen Descemetschen Membran stammt, welche ja bei Wirbeltieren färberisch mit den elastischen Geweben verwandt ist. Sie spaltet sich büschelförmig auf und setzt sich in die Fasern fort, welche weiter proximal dann beim Ausstrahlen aus der Ciliarplatte ein Endothel

des Fontanaschen Raumes, welches jedoch weniger leicht nachweisbar ist, mitnehmen.

Alle diese Verhältnisse, die nicht nur für das Straußenauge zutreffen, sondern ganz allgemein gelten, sind besonders schön am Auge des Baßtölpels ausgeprägt.

Die Fasern sind hier von auffallender Grobheit und Dicke und führen in ihren vordersten Teilen einen besonders dichten und soliden Überzug von Epithelgewebe, das die groben, etwas verdrillten fibrillären Bündel eng umschließt und dessen Ursprung aus den beiden Übergangsstellen an Hornhaut und Iris durch kugelige Epithelknäuel markiert wird, in deren Innern, zwischen den Zellgrenzen, man auf Schnitten elastische Fasern findet, die teils spiralig gewunden in der Schnittebene liegen, teils aber nur ihre kreisförmigen oder ovalen Quer- und Schiefschnitte sehen lassen. Diese Einlagerung elastischer Elemente in die Irisvorderfläche, welche offenbar stabilisierende Zwecke erfüllen soll, ist an der Irisperipherie ganz besonders auffällig. Hier liegt in die verdickte Epithelwand der Vorderfläche der Iris ein zirkuläres Geflecht eingebettet, welches nur elastische Fasern enthält und von nicht unerheblicher Ausdehnung ist, so daß etwa $^1/_5$ bis $^1/_4$ der verfügbaren Fläche (des postmortal bei mittelweiter Pupille fixierten Auges) davon erfüllt ist. Das Geflecht ist dicht und weist neben zarteren Fasern viele sehr kräftige Bündel auf, so daß auch hier mechanische Funktionen vermutet werden müssen.

Es möge hier ein besonders interessantes Verhalten am Auge von Sula bassana hervorgehoben werden, welches bis jetzt am Wirbeltierauge überhaupt noch nicht beschrieben wurde, und worüber ich weitere Untersuchungen mir vorbehalten möchte. Es läßt sich an geeignet depigmentierten Schnitten deutlich der weitere Verlauf der Pectinatumfasern in der Ciliarplatte bis in die Ciliarfortsätze hinein nachweisen (durch Elastinfärbung), so daß die Vermutung durchaus berechtigt erscheint, daß die mechanisch wichtigen Vorderfasern nichts anderes sind, als eine Art Zonula, ein modifiziertes Ligamentum suspensorium lentis. Allerdings ist zu bedenken, daß dieser Befund vorläufig nur am Auge eines unter Wasser jagenden Vogels erhoben ist, so daß hier eine besondere, atypische Gestaltung der histologischen Textur vorliegen kann, welche durch das extreme Akkommodationsvermögen dieser Tiere bedingt ist. Dann würde dies jedoch wieder dafür sprechen, wie wichtig diese Adnexe des Ciliarkörpers für seine Funktionen sind. Leider enthielt das mir zur Verfügung stehende Material die Linse und Zonula nicht mehr in einwandfreiem Zustand, so daß der Nachweis

der Kontinuität zwischen Zonula und Ligamentum hier nicht zu erbringen ist. Die Anordnung der elastischen Fasern weist jedoch darauf hin, daß dieser Zusammenhang zu erwarten ist.

Das Verhalten in dem erwähnten Auge ist folgendes: Das Ligamentum pectinatum ist in seinen vorderen, direkt aus der Descemetschen Membran kommenden und in beschriebener Weise mit Epithel bekleideten Fasern nach dem hinteren Augenpol zugerichtet, die vorderen Fasern sind nicht so dicht, wie bei anderen Vögeln, aber bedeutend kräftiger, und das im hinteren Fontanaschen Raum liegende Gewebe ist spärlich und kurz (Taf. IX u. XI). Sie strahlen unter spitzem Winkel in den Ciliarkörper ein, wobei die Grenze der starken Irismuskulatur deutlich eingehalten wird. Sofort nach dem Durchtritt durch die Oberfläche des Ciliarkörpers fasern sich die einzelnen Bänder spitzwinklig in feinere Ausstrahlungen auf, wobei man den Eindruck hat, als ob es sich nur um eine Auflösung der Verdrilling handelt, welche den eigentlichen Pectinatumfasern in ihrem Verlaufe durch den offenen Fontanaschen Raum den Charakter seilartig gefestigter und torquierter Bündel und Schnüre verleiht. Die aufgesplitterten Fasern begeben sich unter mäßiger Divergenz in die nächsten Ciliarfortsätze, in denen sie sich wieder zu dichten Bündeln feiner, parallel gerichteter elastischer Elemente vereinigen, so zwar, daß diese in der Regel in jedem Fortsatze aus der Beteiligung je zweier benachbarter Pectinatum-Einzelfasern stammen. Diese Bilder findet man nur zutreffend bei den vordersten Fasern und den entsprechenden Ciliarfortsätzen, denen am Linsenäquator die bekannten kurzen und straffen Zonulafasern entstammen, welche in den Ringwulst der Linse und in die vorderen Zonen der Linsenkapsel hineinziehen. Außerdem sind an dem elastischen Gefüge im Innern dieser Fortsätze auch Elemente beteiligt, welche offenbar dem eigenen Gewebe der Ciliarplatte angehören. Diese sind sehr viel zarter als die übrigen Bündel.

Die Teile des hinteren Fontanaschen Raumes vereinigen sich im Ciliarkörper, sich verdichtend und verjüngend so, daß schließlich auf Meridionalschnitten der Übergang in die Chorioidea als schmales, sehr dichtes und festes elastisches Band erscheint, welches der Knorpelplatte der Sclerotica dicht anliegt und offenbar identisch ist mit dem von Heß beschriebenen und benannten „elastischen Ringband".

Beim Auge des Baßtölpels ist ferner die scleralwärts gelegene innere Wand des Canalis Fontanae von Muskelbündeln gebildet, welche zirkulär verlaufen, deren zahlreiche Querschnitte auf Meridionalschnitten imponieren. Ein derartiger Befund ist bis jetzt nur von Canfield bei Ara beschrieben, und zwar schreibt er hierüber folgendes: „Ein überraschender Befund be-

steht in einem zirkulären Muskel, welcher hinter dem Wulste in der Außenwand des Fontanaschen Raumes, ein Stück weit vor dem Ciliarmuskel liegt. Dieser zirkuläre Muskel, welchen ich sowohl auf meridionalen wie auf queren Schnitten (quer zur Richtung des Ciliarmuskels) fand, ist gebildet durch drei bis sechs kleine Bündelchen resp. isolierte Fasern, welche voneinander durch Abstände getrennt sind."

Demgegenüber findet sich bei Sula bassana ein wohlausgebildetes, durchaus nicht rudimentäres System zirkulärer Fasern, welche kräftig und zahlreich, allerdings auch als isolierte Bündel einen beträchtlichen Teil des Ciliarmuskels ausmachen. (Es wird hier, entgegen Canfield, der Complex intraocularer Muskeln außer denjenigen der Iris, als einheitliches Organ betrachtet, wie dies von Heine begründet ist.) Die äußeren und distalen Teile des Ciliarmuskels bei Sula bilden streng meridionale Fasern, so daß die Muskelbündel der Cramptonschen Partie mit denen des Tensor chorioideae in der gleichen Richtungs- und Aktionsebene liegen. Diese interessanten Befunde können nur auf die erhöhte, biologisch notwendige Akkommodationsbreite und Einstellungsgeschwindigkeit des Tieres bezogen werden, wie überhaupt die akkommodativen Einrichtungen dieses Augentypus eine hohe Organisation aufweisen.

In dem hinteren, spitzwinkligen Spaltraum des Fontanaschen Kanales läßt sich ein feines, die zirkulären Muskeln und ihre lockeren Interstitien überziehendes Endothelhäutchen nachweisen, welches den Charakter der Capillarendothelien besitzt und im Querschnitt flache, längliche Kerne neben äußerst zarten Zellensubstanzen, deren Grenzen nicht angedeutet sind, zeigt.

Bei den übrigen untersuchten Vogelaugen findet sich mit der älteren und neueren Literatur weitgehende Übereinstimmung, so daß nur wenige Tatsachen der feineren Histologie zu erwähnen sind.

Aus historischem Interesse und weil das Werk dieses Autors schwer zugänglich ist, sei im folgenden wörtlich wiedergegeben, was Treviranus über den Fontanaschen Kanal des Auges der Vögel schreibt. Die von ihm gegebene kurze Charakteristik trifft sehr glücklich den allgemeinen Typus und irrt auch in den physiologischen Vermutungen nicht so weit ab, wie es nach den damaligen Kenntnissen zu vermuten wäre. Treviranus schreibt:

„Von diesem Kanal ist es ausgemacht, daß er nur bei den Vögeln sich als ein wirklich offener Raum zwischen dem äußern und innern Blatt des Ciliarkörpers zeigt. Noch unbemerkt ist aber meines Wissens der Umstand, daß die äußere Wand desselben mit der innern des Knochenrings durch einen doppelten Kranz von Fasern zusammenhängt. Der eine

Kranz umgibt den vordern, der andere den hintern Rand jener äußern Wand. Die Fasern derselben liegen gedrängt aneinander und divergieren von vorne nach hinten. Am längsten und dicksten sind sie bei den Raubvögeln, kleiner und dünner bei den übrigen Vögeln. Sie erscheinen unter dem Mikroskop gleich den Muskelfasern mit parallelen Querstrichen gezeichnet. Doch haben sie dabei eine Steifheit und Starrheit, die nicht den wahren Muskelfasern eigen ist. Auch scheinen die Ciliarnerven keine Zweige an sie abzugeben. Die äußere Wand des Fontanaschen Kanales, zu welcher sie gehen, ist so breit wie der Knochenring und besteht ebenfalls aus längslaufenden, parallel nebeneinander liegenden Fasern. Sie hängt vorne durch einen wulstigen Rand mit dem hintern Rand des innern Blattes der Cornea, hinten mit dem vordern Rand der Chorioideae und dem hintern des Knochenringes zusammen. Die innere Wand ist dasselbe Blatt, auf dessen innerer Fläche sich die Ciliarfortsätze befinden. Beide Wände schließen nach dem Tode dicht aneinander, ohne auf sonstige Art, als durch die beiden Fasernkränze, aneinander befestigt zu sein.

Vielleicht wird bei dem lebenden Vogel der Kanal unter gewissen Umständen durch eine Flüssigkeit ausgedehnt. Doch kann, wenn dies der Fall ist, nicht etwa eine Veränderung in der Lage der Linse, sondern nur eine stärkere Anspannung der Chorioidea und unmittelbar auch der Retina dadurch hervorgebracht werden. Es ist überhaupt eine Verrückung der Linse aus ihrer Stelle nicht anders, als nach vorhergegangener Verminderung des Volumens der wässerigen Flüssigkeit oder des Glaskörpers möglich. Träte mit einer solchen Verminderung gleichzeitig eine Anfüllung und Ausdehnung des Fontanaschen Kanales ein, so müßte sich die Lage der Linse ändern. Allein es gibt nichts, was uns berechtigt, eine solche Verminderung anzunehmen."

Die zelluläre Struktur des Ligamentes ergibt ihr mikrotechnisches Verhalten. Außer der Weigert-Färbung nehmen die Fasern die van Gieson-Färbung an, und zwar typisch so, daß die Grundsubstanz deutlich und scharf rot erscheint, und auf ihr das gelbe Endothel. Auch an den Anheftungsstellen ist der Kontrast zwischen den epithelialen Elementen, die nur auf Pikrinsäure reagieren, und den bindegewebigen Anteilen deutlich zu sehen.

Bei der Taube und Krähe (Nebelkrähe und Saatkrähe) laufen einige zierliche einzelne Fasern vom Hornhautwall nach vorn, um sich an der Irisvorderfläche anzuheften. Diese Fasern verlieren sich stets in dem losen Gewebe zwischen den Muskelfäden des Sphincter iridis und den Capillaren derart, daß sie nach kurzem Verlauf dicht unter dem faltigen

und unregelmäßigen Irisepithel in dem spärlichen Bindegewebe aufgehen.

Die Verzweigung der Fasern geschieht im hintern Teile des Kammerwinkels. Die mechanisch wirksamen Fasern verlaufen fast unverzweigt, während der übrige Teil des Bandes ein großes Geflecht und maschenreiches Netzwerk darstellt, dessen Struktur sowohl auf Meridionalschnitten, wie auf Frontalschnitten gleichmäßig angeordnet erscheint, so daß also keine bevorzugten Ebenen struktureller Eigentümlichkeiten bestehen.

Über die Art, wie die Verzweigungen stattfinden, ist genügend geschrieben worden, und sie ist richtig erkannt. Es wäre noch zu bemerken, daß auch die feinsten Fäden und Ausläufer ihre Zellbekleidung haben.

Überall findet man an den Strängen starke Pigmentierungen, und zwar liegt das Pigment in langgestreckten Klumpen oder spitzen und schlanken Nadeln oberflächlich in der Zellbekleidung. Eigentliche Chromatophoren konnte ich nirgends finden.

Zusammenfassung:

Der Fontanasche Raum des Vogelauges ist ein reell existierender Raum, erfüllt von einem wohl ausgebildeten Bandapparat, welcher aus elastischen Fasern besteht, die von Endothel allseitig umscheidet sind. Der Bandapparat steht zum Akkommodationsmechanismus in direkten funktionellen Beziehungen, deren anatomischer Ausdruck durch geeignete physiologische Mittel und mikrotechnische Behandlung im Präparat konstant nachzuweisen ist. Bei Augen hoher Akkommodationsbreite (tauchenden Raubvögeln) bildet der besprochene Bandapparat mechanisch und anatomisch einen Teil der Zonula.

Literatur.

1. Angelucci, Sullo Sviluppo e Struttura del Tratto uveale anteriore dei Vertebrati. Roma 1880.
2. — Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XIX, 1881 (deutsche Übersetzung obiger Arbeit).
3. Beer, Studien über die Akkommodation des Vogelauges. Pflügers Archiv, 1892.
4. Brücke, Über d. M. Crampt. und d. Spannmusk. d. Chor. Müllers Archiv, 1846.
5. Canfield, Vergl. anatomische Studien über den Akkommodationsapparat des Vogelauges. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XXVIII, 1886.
6. Cramer, Het Accommodatievermogen d. Oogen. Haarlem 1853.



7. Dogiel, Über den Musculus dilatator pupillae bei Säugetieren, Menschen und Vögeln. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. V, 1870.
8. — Untersuchung über die pupillenerweiternden Muskel der Säugetiere und Vögel. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XXVI, 1886.
9. Dostoiewsky, Über den Bau der Corpus ciliare und der Iris von Säugetieren. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XXVIII, 1886.
10. Exner, Über die Funktion d. M. Cramptonianus SB. Wiener Akad. Wiss. 1892, Bd. LII.
11. Fontana, Abhandlung über das Viperngift. Beschreibung eines neuen Augenkanals. Berlin 1787.
12. Franz, Das Vogelauge. Zool. Jahrbücher, Bd. XXVIII, 1909.
13. — Sehorgan. Teil 7 des Lehrbuchs der vergl. mikroskop. Anatomie der Wirbeltiere von Oppel, Jena. 1913.
14. Haase, Zur Anatomie des menschlichen Auges. Gräfes Arch. Bd. XVIII, 1868.
15. Heine, Physiologisch-anatomische Untersuchungen über die Akkommodation des Vogelauges. Arch. f. Ophthalm., 1898.
16. Heß, Untersuchung zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Akkommodationsvorganges. Archiv f. Augenheilk., 1909.
17. — Die Akkommodation bei Tauchervögeln. Arch. f. vergl. Ophthalm., 1910.
18. — Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. Jena 1912.
19. — Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie und Morphologie des Ciliarringes. Zool. Jahrb. Suppl. 15, Bd. III, 1912.
20. Ischreyt, Zur vergleichenden Morphologie des Entenauges. Archiv f. vergl. Ophthalm., 1912.
21. Jessop, The intraocular muscles of mammals a. birds. London ophto. Review p. 125.
22. Königstein, Über die Endigung der Tunica Descemeti. Archiv f. Ophthalm., 1879.
23. Lee, Accommodation of vision in birds. Lancet, II, S. 94.
24. Müller, H., Gesammelte Schriften. Leipzig 1872.
25. Nuel und Hosch, Untersuchung über die Ciliarmuskel des Vogelauges. Amsterdam 1874.
26. Nußbaum, Die Pars ciliaris ret. des Vogelauges. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. LVII, 1901.
27. Oppel, siehe Nr. 13.
28. Parreidt, Beiträge zur Anatomie des Auges bei Eudyptes chysocome. Dissert. Leipzig 1901.
29. Pelenchin, Über den sogenannten Kanal von Fontana. Archiv f. Ophthalm. Bd. XIII.
30. v. Pflugk, Die Akkommodation des Taubenauges. Wiesbaden 1906.
31. Pütter, Organologie des Auges. Gräfe-Sämisch, Handb. d. Augenheilk., 1908.
32. Rex, Zur Entwicklung der Augenmuskeln der Ente. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. LVII, 1901.
33. Rollett und Iwanoff, Bemerkungen zur Anatomie der Irisanheftung. Archiv f. Ophthalm., Bd. XV.



34. Rumsgewicz, Die intraocularen Muskeln bei Vögeln. Denkschrift d. Akad. d. Wiss. in Krakau, math.-naturw. Sekt., Bd. XIII.

35. Schneider, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1911.

36. Soemmering, De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali commentatio. Göttingen 1818.

37. Treviranus, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane. Bremen 1828.

38. Waldeyer, Kittsubstanz und Grundsubstanz, Epithel und Endothel. Archiv f. mikroskop. Anatomie und Entw., Bd. LVII, 1901.

39. Wenke, Vögel des nordatlantischen Ozeans. Samml. Meeresk., 4. Jahrg., Heft 5, Berlin 1910.

40. Wychgram, Über das Ligamentum pectinatum im Vogelauge. Archiv f. vergl. Ophthalm., 1912.

[Aus der zoologischen Station in Neapel.]

Die Akkommodation bei Pterotrachea.

Von

C. Heß (München) und **Ad. Gerwerzhagen** (Heidelberg).

Mit Tafel XII und einer Abbildung im Text.

Nachdem es auf einem von Heß [1]) eingeschlagenen Wege möglich geworden war, die Physiologie des Akkommodationsvorganges selbst an den kaum 1 mm großen Augen der Alciopiden experimentell klarzustellen, versuchten wir auch an den durchschnittlich etwa 3 mm großen Augen von Pterotrachea zu ermitteln, ob hier akkommodative Änderungen nachweisbar seien. Wir beschränken uns im folgenden auf eine kurze Wiedergabe unserer einschlägigen Beobachtungen über die akkommodativen Änderungen am Auge und verweisen wegen weiterer Einzelheiten auf die ausführliche Darstellung, die Gerwerzhagen in seiner Monographie der Heteropoden (in Fauna und Flora des Golfs von Neapel) geben wird. Die anatomischen Verhältnisse, soweit sie für das Verständnis des Folgenden in Betracht kommen, rufen wir in aller Kürze an Hand zweier von Gerwerzhagen angefertigten Zeichnungen ins Gedächtnis zurück. (Fig. 1: Pterotrachea coronata, Fig. 2: Pterotrachea mutica, letztere Form verhält sich bezüglich der Akkommodation nach Gerwerzhagen wie Pterotrachea coronata. Tafel XII.)

Der brechende Apparat des Pterotrachea-Auges wird wesentlich durch die verhältnismäßig sehr große kuglige Linse gebildet, die aus dem pigmentierten Teil des Augenbechers weit nach vorne herausragt; zwischen ihr und der dünnen Hornhaut ist am normalen, frischen, unter Wasser beobachteten Auge stets eine deutliche vordere Kammer sichtbar.

Der hintere, den nervösen Apparat bergende Teil des Auges unterscheidet sich von den sonst gewöhnlichen Augenformen hauptsächlich dadurch, daß er nicht einen kugligen, sondern einen insbesondere in seinem hinteren Abschnitte dorsoventral stark abgeplatteten „Glaskörperraum“ umschließt. Dementsprechend erscheint ein hinter der Linse senkrecht

---

[1]) C. Heß, Die Akkommodation der Alciopiden (erscheint demnächst ausführlich an anderer Stelle). (Vgl. inzwischen die vorläufige Mitteilung in der Münch. med. Wochenschr. 1914, Nr. 27, p. 1489 und das Referat auf p. 367 des vorliegenden Heftes des Arch. f. vergl. Ophthalm. — Der Herausgeber.)



zur Augenachse gelegter Querschnitt durch das Auge nicht kreisförmig, sondern gestreckt elliptisch, um so mehr, je weiter von der Linse entfernt der Querschnitt gelegt wird. Wir unterscheiden danach an der Augenhülle eine Ober- und eine Unterfläche; die einer Darstellung von Hesse entnommene Figur 3 entspricht einem dorsoventralen Längsschnitte in der Augenachse.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Augenhüllen besteht darin, daß diese nicht überall gleichmäßig mit Pigment ausgekleidet sind, sondern daß sich in der Pigmenthülle mehrere große Lücken, sogenannte Fenster finden, deren Anordnung aus den Figuren 1 und 2 zu entnehmen ist; besonders auffällig ist der bandförmige dunkle Pigmentstreifen (Hensens Stria opaca), der das Hauptfenster in zwei ungleich große Hälften teilt.

Wir gingen in der Weise vor, daß wir beim lebenden Tiere das Auge nebst seiner gallertigen, fast durchsichtigen Umgebung ausschnitten und unter Seewasser auf passend gebogene Platinelektroden legten; die Beobachtung erfolgte mit der Drüner-Brausschen Binocularlupe bei dem starken auffallenden Lichte der Heßschen Lampe[1]; die Lage des Auges auf den Elektroden wurde häufig gewechselt, um die akkommodativen Änderungen an allen Teilen genügend zur Anschauung zu bekommen.

Hesse erwähnt, daß er mit Hilfe der Methylenblaumethode in der Augenwandung, und zwar im Gebiete des dorsalen wie des ventralen Fensters, langgestreckte Zellen gesehen habe, die er für Muskelzellen halte; er nimmt an, ihre Funktion sei die, „die Gestalt des Auges in bestimmter Weise zu verändern“. Weiter erwähnt er „gewisse, nicht unansehnliche Muskelzüge an dem äußeren Rande des Auges und in seiner Nachbarschaft auf der Dorsal- und Ventralseite in der Augenhülle“. „Sie setzen am Rande der Cornea an und erstrecken sich in der Längsrichtung des Auges bis an den Vorderrand der Fenster“ (siehe m in Fig. 3). Er meint, „ihre Kontraktion könnte den Erfolg haben, die Linse der Retina zu nähern — aber doch wohl nur wenig; ob man an eine solche akkommodative Verschiebung der Linse denken darf?“

Hesse deutet also hier für Pterotrachea die Möglichkeit einer negativen Akkommodation durch Annähern der Linse an die Netzhaut an, wie sie damals irrigerweise auch für Cephalopoden angenommen wurde.

Unsere Beobachtungen zeigen, daß der Akkommodationsvorgang auch bei Pterotrachea ein wesentlich anderer ist.

Man sieht bei jeder elektrischen Reizung die Linse deutlich und nicht unbeträchtlich nach vorn, gegen die

---

[1]) Von C. Zeiß unter dem Namen Hammerlampe in den Handel gebracht.

Hornhaut vorrücken, sich also von der Netzhaut entfernen, indem sie aus dem Pigmentbecher der Augenhüllen hervortritt. Damit ist auch für Pterotrachea, ebenso wie für Cephalopoden[1]) und Alciopiden (l. c.), eine aktive Nahakkommodation durch Vorrücken der Linse und Vergrößerung ihres Abstandes von der Netzhaut nachgewiesen.

Der Mechanismus dieser Veränderungen ergibt sich aus folgendem. Die Augenhülle ist auch bei Pterotrachea (ebenso wie z. B. bei den Alciopiden) äußerst weich und nachgiebig; bei Reizung sieht man an den dem Buchstaben a (Fig. 1) entsprechenden Teilen des pigmentierten Augenbechers Verschiebungen und kleinste Fältchen auftreten, die erkennen lassen, daß hier wesentlich eine Art unvollständigen Ringmuskels in der Nähe des freien Randes der pigmentierten Augenhüllenteile sich zusammenzieht; diese Muskelkontraktion ist insbesondere auf der ventralen Seite der Augenhülle deutlich sichtbar. Auf der dorsalen Seite der Augenhülle sieht man oft auffällige Veränderungen an der vorhin erwähnten Stria opaca: Während diese in Akkommodationsruhe ein angenähert geradlinig verlaufendes Band darstellt, werden bei der Reizung ihre mittleren Teile nicht unbeträchtlich nach hinten gezogen; eine ähnliche Einziehung erfolgt an dem zentralwärts gegenüberliegenden Rande des „Fensters", d. i. an der entsprechenden Partie der pigmentierten Augenhüllen. Diese Verschiebungen sind zurückzuführen auf die Zusammenziehung eines angenähert bandförmigen Muskels, welcher von hinten, ungefähr von der Gegend von e (Fig. 1) ausgehend nach vorn zieht und in seiner Wirkung noch über die Stria opaca hinaus in das Gebiet des vorderen Fensters verfolgt werden kann. Alle diese Muskelkontraktionen lassen sich an überlebenden Augen mehr als eine halbe Stunde lang unschwer verfolgen. Später fallen die Augen, offenbar durch Austritt von Flüssigkeit aus dem Innern, leicht etwas zusammen; man kann dann gelegentlich bei Reizung sehen, wie der zuletzt beschriebene bandartige Muskel bei seiner Kontraktion eine Art flacher Furche in den Augenhüllen hervorruft; bei genügend frischen Augen ist solches im allgemeinen nicht der Fall.

Nach den mitgeteilten Befunden spielt sich der Akkommodationsvorgang im Auge von Pterotrachea im wesentlichen in der Weise ab, daß die Zusammenziehung des unvollständigen Ringmuskels zu einer Erhöhung des Druckes im „Glaskörper" führt, die das Vortreten der Linse zur Folge hat. Hinsichtlich des bandförmigen Muskels vermuteten wir anfangs, daß

---

[1]) Vergl. C. Heß: Die Akkommodation der Cephalopoden. Archiv f. Augenheilk., Bd. 64, Ergänzungsheft (1909).

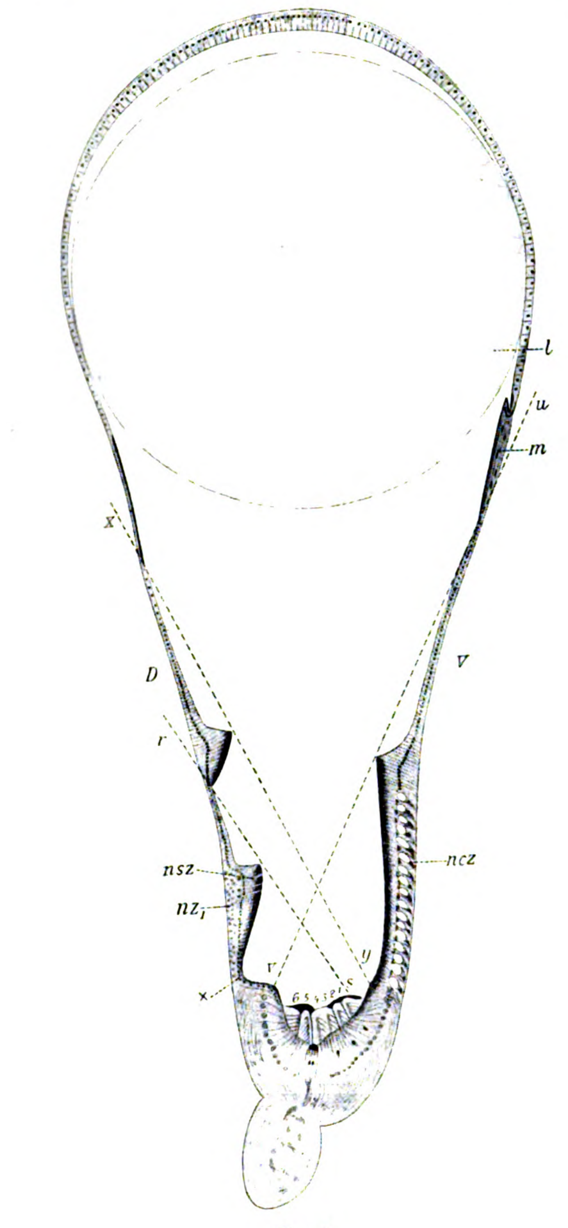


Fig. 3.

auch er unmittelbar mit der Akkommodation zusammenhänge; weitere Untersuchungen durch Gerwerzhagen ergaben aber, daß er ein Augenbewegungsmuskel (Retraktor) ist. Es mag vorerst dahingestellt bleiben,

ob er wenigstens indirekt durch eine bei seiner Zusammenziehung erfolgende Steigerung des Augendruckes die Wirkung des eigentlichen Akkommodationsmuskels zu unterstützen vermag.

Wir lernen somit an diesen Heteropodenaugen einen dritten Mechanismus akkommodativer Einstellungsänderungen bei Wirbellosen kennen. Von dem Mechanismus bei Cephalopoden unterscheidet sich der hier gefundene dadurch, daß die Linse nicht, wie dort, mit den benachbarten Teilen der Augenhüllen innig verbunden ist, sondern nur in loser Verbindung mit ihnen steht, wie das akkommodative Vortreten aus dem Pigmentbecher leicht erkennen läßt. In dieser Hinsicht besteht also eine gewisse Ähnlichkeit zwischen dem Mechanismus bei Heteropoden und jenem bei Alciopiden (s. d.). Während aber bei letzteren das Vorrücken der Linse dadurch zustande kommt, daß durch Kontraktion des „Akkommodationsmuskels“ etwas Glaskörpermasse aus einer extraretinalen Ausstülpung des Glaskörperraumes in das Augeninnere gedrückt wird, erfolgt dieses Vorrücken bei Heteropoden einfach durch Kontraktion muskulöser Elemente im retrolentalen Teile der Augenwandung und dadurch bedingte Steigerung des Glaskörperdruckes.

Allen drei bisher bei Wirbellosen nachgewiesenen Mechanismen gemeinsam ist, daß es sich um aktive Nahakkommodation durch Vorrücken der Linse handelt und daß diese durch Drucksteigerung im Glaskörperraum zustande kommt.

[Aus der Universitäts-Augenklinik Freiburg i. Br. Dir.: Geheimr. Prof. Dr. Th. Axenfeld.]

Über „hyaline Degeneration des Irisvorderblattes am Pupillarrand" beim Kaninchenauge.

Von

Dr. Uruo Arisawa,
Osaka, z. Z.: Freiburg i. Br.

Mit Tafel XIII und drei Abbildungen im Text.

Der Zweck der vorliegenden kurzen Mitteilung ist, die Aufmerksamkeit der Untersucher auf einen bisher noch nicht beschriebenen Befund an der sonst normalen Kanincheniris hinzulenken.

Bei der ausgedehnten Anwendung von Kaninchenaugen zu den mannigfaltigsten Experimentalarbeiten erschien mir die Mitteilung meiner Beobachtungen schon aus dem Grunde durchaus angezeigt, weil sie mitunter eine große Ähnlichkeit aufwiesen damit, was wir als Reaktion von seiten der Iris nach Entzündungen des Auges kennen.

Die erste Beobachtung bezog sich auf ein Kaninchenauge, in dessen Cornea zwecks Auslösung einer lokalen Anaphylaxie Hühnerblutserum injiziert wurde. Es zeigte sich gleich bei der ersten genaueren Prüfung eine dem Pupillarrand direkt aufsitzende weiße Masse, welche ich zunächst geneigt war für ein Reaktionsprodukt infolge des eingespritzten Serums zu halten. Da sich jedoch die gleiche Veränderung auch an dem anderen Auge, das vorher gar nicht behandelt worden war, an entsprechender Stelle des Pupillarrandes ebenfalls nachweisen ließ, wurde es mir klar, daß es sich wohl um einen spontan entstandenen Befund handelte.

Seither habe ich auf diese Veränderungen besonders geachtet, wozu sich im Verlaufe meiner sich auf fast 4 Jahre erstreckenden Arbeitszeit im Laboratorium der Freiburger Augenklinik reichliche Gelegenheit bot. Unter ca. 200 Kaninchen (400 Augen) habe ich bis jetzt an 7 Exemplaren 11 mal diese in der Literatur noch nicht bekannte Irisveränderung festgestellt. Es ist zu erwarten, daß bei fortgesetzter Beobachtung von normalen Kaninchenaugen mittels der fokalen Beleuchtung, insbesondere auch

mit der Zeißschen Binocularlupe, ähnliche Befunde relativ häufig erhoben werden.

Zur richtigen Beurteilung der von mir gefundenen hyalinen Bildungen am Pupillarrand bei Kaninchen ist zunächst die bereits weiter oben angeschnittene Frage von großer Wichtigkeit, ob sie das Resultat einer überstandenen Entzündung oder spontan entstandene physiologische Bildungen sind. Im letzteren Falle mußte man weiterhin entscheiden, ob es sich um eine congenitale Anomalie, etwa um einen hyalin umgewandelten Rest der Membrana pupillaris perseverans, oder um eine im späteren Leben entstandene (senile?) Veränderung des Irisgewebes handelt.

Eine genaue Entscheidung dieser Frage erschien mir besonders wichtig mit Rücksicht auf die zahlreichen Experimente, die man an Tieraugen vornimmt, wobei man häufig bei künstlich hervorgerufenen Entzündungen ähnliche Bildungen an der Iris beobachten kann.

Auch das Studium der Analogien mit der menschlichen Pathologie erschien mir aussichtsvoll zu sein, um so mehr, da bekanntlich auch in der menschlichen Iris Veränderungen vorkommen, welche rein äußerlich betrachtet mit den hier zu beschreibenden Befunden gewisse Ähnlichkeiten aufweisen. Ich denke dabei an die noch strittige Genese der hyalinen Degeneration am Pupillarrand beim Menschen (Fuchs, Meller, Seefelder, Axenfeld), jenem Bilde, welches nicht zu verwechseln ist mit der zuerst von Axenfeld beschriebenen Depigmentation des Hinterblattes am Pupillarrand besonders bei beginnender seniler Katarakt an Augen mit heller Iris.

Für uns hier kommt nur die hyaline Degeneration des Pupillarrandes in Betracht, und zwar in erster Linie der von Axenfeld beschriebene Befund einer beginnenden hyalinen Degeneration. Ich komme darauf später noch zu sprechen.

Klinisch fand ich bis jetzt diese Veränderung lediglich bei den Augen der ganz ausgewachsenen dunkelhaarigen Kaninchen, bei denen jedoch soweit sie einer fremden Zucht entstammten die genaue Angabe des Alters sehr schwer ist. Ophthalmoskopisch finden sich an Fundus, Glaskörper und Linse keine Besonderheiten. Auch Cornea, Vorderkammer und Irisgewebe sind ganz normal. An allen Augen, welche diese Veränderung zeigten, wurde die direkte Lichtreaktion, sowie die Pupillenweite nach Anwendung von Miotica (Eserin) und Mydriatica (Atropin) geprüft. Sie reagierten alle prompt und es war keine Rigidität des Irisgewebes nachweisbar. Unter der Binocularlupe sieht man eine zirkumskripte, meist dicht am Pupillarrand gelegene, nadelspitzgroße rein weiße (selten grauweiße) Masse, welche sich zuweilen deutlich über die vordere Fläche der Irispupillarzone erhebt.

Die Beziehungen zum Pupillarrand sind ganz verschieden und zeigen keine Regelmäßigkeit, wie z. B. bei der Depigmentation des retinalen Pupillarsaumes im menschlichen hellen Auge, welche bekanntlich meist am unteren Rande besonders ausgesprochen ist (Axenfeld).

Ich lasse hier die genaue Schilderung von drei typischen Fällen in ihren klinischen und anatomischen Einzelheiten folgen:

Fall I (Fig. 1 und 4).

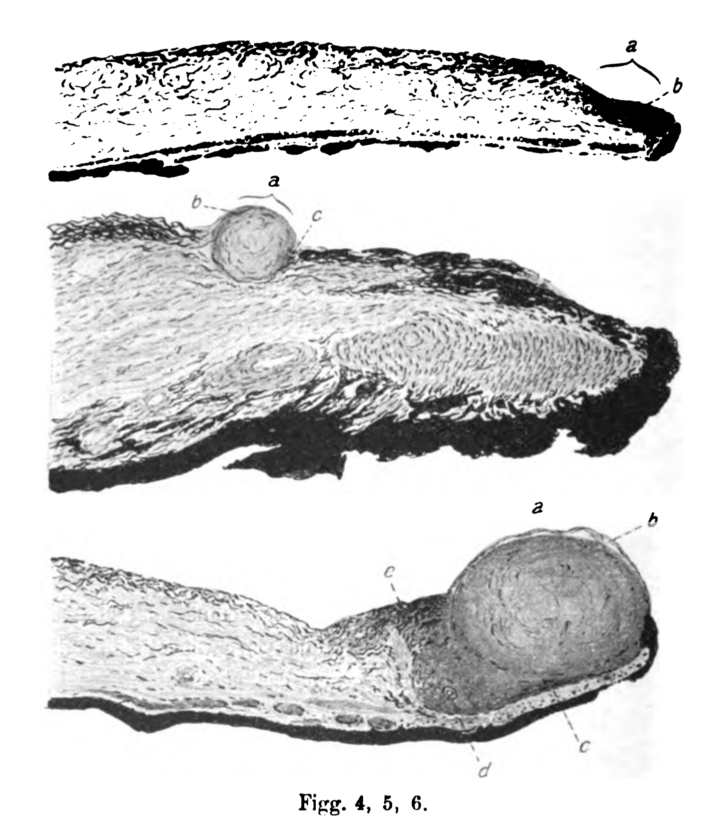
Schwarzhaariges Kaninchen (l. Auge, Taf. XIII, Fig. 1): Am nasalen Pupillarrand finden sich zwei grauweiße, runde, im Niveau der Vorderfläche der Irispupillarzone gelegene depigmentierte Stellen, deren eine in der mittleren Zone der Pupille lokalisiert ist, die andere etwas höher. Die beiden Stellen liegen dicht am Rande der Pupille, welche auf Miotica und Mydriatica prompt reagiert. Bei der Verengerung der Pupille werden diese zwei Stellen ein wenig ciliarwärts verschoben und lassen den Pupillarsaum des Pigmentblattes etwas erkennen. Das Auge zeigt sonst keine Veränderungen. Nach der klinischen Untersuchung wurde das Auge enukleiert, in Formol gehärtet und in Celloidin eingebettet.

Mikroskopisch (Fig. 4): An der vorderen Fläche des Pupillarrandes ist das Irisstroma direkt vor dem Sphincter diffus homogen nach v. Gieson gefärbt (a). Dieser Partie entsprechend ist das Irisgewebe im ganzen etwas abgeflacht. Das Endothel der vorderen Schicht ist nur am Pupillarrand teilweise nachweisbar. Die darunter liegende vordere Grenzschicht ist lockerer als im normalen Zustand. Es finden sich dort nur spärliche mit feinen Pigmentkörnchen beladene Zellen, deren Kontur sehr undeutlich zu erkennen ist. Im übrigen ist diese Partie in ein homogenes zellarmes Gewebe umgewandelt. Diese Veränderung erstreckt sich vom Pupillarrand bis zur Mitte des Sphincters, und verschwindet allmählich zwischen den Septen des Muskels. Die Grenze gegen das normale Gewebe ist ciliarwärts ziemlich scharf, und man sieht dort die dicht verflochtenen mit Pigmentkörnchen beladenen Zellen der vorderen Grenzschicht, sowie auch die lockeren Stromazellen mit Capillaren. In den homogenen veränderten Partien sind keine Gefäße zu sehen. Der Sphincter iridis, die hinter ihm gelegenen Teile und das Pigmentblatt zeigen nichts Besonderes.

Fall II (Fig. 2 und 5):

Schwarzhaariges Kaninchen (l. Auge, Taf. XIII, Fig. 2). Am oberen äußeren Teil des Pupillarrandes liegt eine punktförmige weiße, nur mäßig erhabene Depigmentation, vom Pigmentsaum des Pupillarrandes etwa 1 mm entfernt und vor dem Sphincter. Eine Rigidität des Irisgewebes ist an dieser Stelle nicht nachzuweisen. Das Auge ist sonst ganz normal.

Mikroskopisch (Fig. 5): Im vorderen Gebiet der Pupille, etwas entfernt vom Rande, findet sich ein scharf begrenztes kugliges Gebilde (a). Dieses sitzt ganz im vorderen Teil des Stroma und ist teilweise von Endothel überzogen (b). Unter diesem Gebilde sieht man noch eine feine Schicht von Pigmentkörnchenzellen der vorderen Grenzschicht (c), die in normale Umgebung übergeht. Diese kuglige Masse ist deutlich erhaben über die vordere Fläche des Bindegewebes und ist im ganzen nach van Gieson stark rot gefärbt. Sie sieht fast homogen und strukturlos



Figg. 4, 5, 6.

aus, bis auf einige blaßgefärbte Kerne und enthält spärliche feine Pigmentkörnchen. Gegen das Stroma und die unveränderte vordere Grenzschicht besteht eine ziemlich scharfe Begrenzung. Sonst ist der Pupillarrand ganz normal. Es ist keine Infiltration oder Degeneration nachweisbar.

Fall III (Fig. 3 und 6).

Dunkelhaariges Kaninchen (r. Auge, Taf. XIII, Fig. 3). Außen, in der Mitte des Pupillarrandes findet sich eine dicht am Pupillarrand liegende weiße Masse, die deut-

lich über das Niveau erhaben ist. Dieser Teil des Pupillarrandes wird durch Verengerung und Erweiterung der Pupille nicht beeinflußt. An der Binocularlupe erscheint diese Masse als eine hyaline Kugel auf der vorderen Fläche des Pupillargebietes der Iris. Das Auge ist reizfrei und ophthalmoskopisch ohne Besonderheiten.

Das linke Auge zeigt fast das gleiche Gebilde am äußeren oberen Pupillarrand, dieses ist jedoch nicht über die vordere Fläche der Iris erhaben wie beim rechten Auge.

Mikroskopische Untersuchung des rechten Auges (Fig. 6). Direkt vor dem Sphincter, fast durch die ganze Stromaschicht am Pupillarrand zieht sich eine nach van Gieson tiefrot gefärbte kuglige Zone (a). Der Pupillarrand des Pigmentblattes ist mit dieser Masse fest verwachsen und dadurch etwas nach vorn gezogen. Zwischen diesem Teil und dem Sphincter bleibt fast gar kein Raum übrig. Gegen das normale Irisgewebe besteht ciliarwärts eine scharfe Grenze. Die fragliche Zone nimmt fast das ganze Irisstroma vor dem Sphincter ein und ist an ihrer vorderen Fläche von teilweise glasig gewordenem Endothel überzogen (b): Im ganzen ist dieser Teil des Gewebes glasig umgewandelt, nach van Gieson homogen rot tingiert und sehr arm an Stromazellen. Ciliarwärts von diesem Gebilde ist ein Gefäßquerschnitt (d) eingeschlossen, an der die Adventitia ganz scharf aus der Umgebung hervortritt.

Zwischen dem Sphincter und dieser Masse findet sich eine schmale Lage von Pigmentkörnchenzellen (c), die auch mit den Zellen der vorderen Grenzschicht in Verbindung stehen. Die hintere Zone des Sphincters ist sehr schmal und zeigt keine Besonderheit. Gerade an der Grenze des normalen Teiles (e) ist die vordere Grenzschicht viel breiter und viel dichter als im übrigen. Die Pupillarzone der Iris ist entsprechend der hyalin entarteten Partie etwas vorwärts gebogen. Sonst ist nirgends eine Infiltration oder Degeneration im Irisgewebe nachweisbar.

Gemeinsame Merkmale des klinischen und mikroskopischen Bildes.

Die in Frage stehende Irisveränderung tritt nur an Augen von dunkelhaarigen, ausgewachsenen Kaninchen auf, und zwar werden nicht selten beide Augen desselben Tieres davon ergriffen (in 3 von 7 Fällen). Die veränderte Zone ist meist dicht am Pupillarrand gelegen und kommt sowohl in der oberen wie in der mittleren und der unteren Partie der Pupillarzone vor. Sie wurde 6 mal im Lidspaltenbereich der Pupille gefunden. Die hyalin degenerierte Stelle ist im allgemeinen oval oder rund, höchstens 2 mm breit und über das Niveau der Irisfläche nur wenig oder gar nicht erhaben. Sie erscheint meist rein weiß und von der Umgebung

scharf begrenzt. Sonst zeigt die Iris keine Besonderheiten, auch ophthalmoskopisch findet man an den betreffenden Augen keine Veränderung.

Mikroskopisch sieht man eine scharf begrenzte Zone hyaliner Degeneration im vorderen Teil des Stromagewebes und der Grenzschicht im Sphinctergebiet. Das Endothel ist teilweise erhalten und überzieht diese Stelle. Die typischen Zellen der vorderen Grenzschicht und des Stromas sind in diesem Gebilde nicht mehr nachweisbar, dagegen findet man blaß gefärbte Zellreste und spärliche Pigmentkörnchen. Die Grenze gegen das normale Gewebe ist bei fast allen Fällen deutlich. Der Sphincter und das Pigmentblatt zeigen keine Veränderungen. Es ist bemerkenswert, daß die Zwischenzone des Sphincters und des Pigmentblattes von dieser Veränderung völlig verschont geblieben ist. In allen Fällen (mit Ausnahme von Fall III) fanden sich in dieser hyalin entarteten Zone keine Gefäße. Es war nirgends eine entzündliche Infiltration der Iris nachzuweisen. Diese Veränderung im Auge des Kaninchens, die sich klinisch als eine Depigmentation des Irispupillarrandes darstellt, ist also nach dem mikroskopischen Befund eine Art von hyaliner Degeneration des Pupillarrandes. Nach den Erfahrungen von Axenfeld (Heidelberg 1911) unterscheidet sich die sogenannte hyaline Degeneration des Pupillarrandes (Fuchs) von der einfachen Depigmentation in mancherlei Hinsichten. Er sagt: „Die Farbe eines solchen pigmentatrophischen Pupillarrandes pflegt gesättigt weiß, weniger glasig zu sein, die zentrale Kontur nicht so scharfkantig, wie bei einer hochgradigen Hyalin-Entartung.“ Als besonders wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Arten von Veränderung wird von Axenfeld fernerhin erwähnt, „daß bei zirkulär ausgesprochener Hyalin-Entartung die Pupille eng und gar nicht oder nur sehr wenig erweiterungsfähig ist, infolge der Schrumpfung und Rigidität des glasigen Gewebes, während die reine Depigmentierung des Pupillarrandes die Pupille selbst in ihrer Weite und ihrer Erweiterungsfähigkeit nicht wesentlich zu beeinflussen braucht“. Dagegen pflegt im Beginne der hyalinen Entartung eine Behinderung des Pupillenspiels noch nicht vorzuliegen, weil die Veränderung nicht gleich im ganzen Umkreis zu entstehen braucht. In der von Axenfeld gebrachten Abbildung einer beginnenden hyalinen Entartung sind, ähnlich wie bei unserm Falle, eine Anzahl isolierter, kleiner weißlicher Stellen am Pupillarrand zu sehen. Die Pupille erweiterte und verengerte sich noch ausgiebig. Mikroskopisch fanden sich hyaline Inselchen am pupillaren Rande des Vorderblattes, vor dem Sphincter iridis. (In späteren Stadien beim Menschen kann die Hyalin-Degeneration den Pupillarrand umfassen und auf die Hinterfläche übergreifen, unter Entropionierung des Sphincter iridis.)

Im Kaninchenauge beschränkt sich die von mir beschriebene Pupillarveränderung auf den vorderen Teil des Sphincters, während der normal sichtbare pupillare Pigmentsaum gänzlich unverändert ist. Im scharfen Gegensatz zu der hyalinen Degeneration (Fuchs, Meller, Seefelder) überschreitet diese Erkrankung niemals zentralwärts den Pupillarrand. Ich habe bei unseren Fällen keine Entzündungs- und Degenerationsveränderungen des Auges irgendwelcher Art beobachtet, wie sie Meller in seinen drei Fällen beim Menschen gesehen hat. Der Lokalisation nach verhält sich diese hyaline Degeneration des Pupillarrandes beim Kaninchen insofern anders wie dieselbe Erscheinung beim Menschen, als letztere in erster Linie von dem Grenzgewebe zwischen Sphincter und Pigmentblatt ausgehend (Fuchs, Seefelder, Meller) mit einer Veränderung des Pigmentblattes (Meller) Hand in Hand geht, und schließlich die vordere Grenzschicht sowie auch das Stroma vor dem Sphincter in Mitleidenschaft zieht.

Die „hyaline Degeneration des Irisvorderblattes beim Kaninchen" schreitet in ihrer Entwicklung nach vorne zu fort, während sie beim Menschen fast immer zentralwärts gegen das Pupillargebiet hin sich entwickelt. Das Endothel, das beim Kaninchen viel deutlicher wie beim Menschen nachweisbar ist, zieht über diese Masse in der ganzen Ausdehnung (Fig. 6) oder wenigstens teilweise hinweg (Fig. 4 u. 5), streckenweise fehlt es gänzlich.

Diese hyaline Masse scheint ihren eigentlichen Ursprung in der vorderen Grenzschicht direkt unter dem Endothel zu haben, — das sieht man besonders deutlich im mikroskopischen Bilde von Fall II (Fig. 5) — allmählich wird dann auch die tiefere Schicht des Stromas in größerer Ausdehnung in Mitleidenschaft gezogen. Bei zwei Fällen, nämlich Fall II und III, kann man eine dünne Fortsetzung der mit Pigmentkörnchen beladenen Zellen der vorderen Grenzschicht noch relativ deutlich direkt unter dieser hyalinen Masse im vorderen Teil der Stromaschicht (bei Fall II, Fig. 5) oder vor dem Sphincter (bei Fall III, Fig. 6) nachweisen. Schließlich ist bei Fall III (Fig. 6e) noch eine dichte Anhäufung von Zellen der vorderen Grenzschicht zu sehen, direkt an der Grenze des normalen Gewebes gegen diese hyaline Masse. Wahrscheinlich ist die Entwicklung der hyalinen Degeneration bei unseren Fällen von der Oberfläche nach der Tiefe des Gewebes zu vorgeschritten und dadurch ist ein Teil der Pigmentkörnerzellen teils in die Tiefe, teils nach der Peripherie fortgeschoben worden.

Bei Fall III (Fig. 6d) sind Gefäße in der hyalinen Masse nicht mehr deutlich differenziert, während die Gefäßwand noch fast unverändert deutlich zu erkennen ist.

Für die Herkunft des hyalinen Gewebes bei den Kaninchen kommen nach meiner Ansicht in Betracht:

1. das Endothel der Iris,
2. das Stromagewebe selbst,
3. die Gefäße oder das perivaskuläre Fasernetz.

Nach der mikroskopischen Untersuchung dieser drei Fälle ist es natürlich schwer, mit Bestimmtheit über die Entstehung dieses Prozesses zu urteilen. Bei der Entscheidung dieser Frage ist außer der bereits erwähnten Verschiebung der Pigmentkörnchenzellen in die Tiefe und der Beteiligung des Endothels an diesen sclerosierenden Prozessen, vor allem der gute Erhaltungszustand der Gefäßwände in diesem Gebiete zu berücksichtigen. Diese Feststellungen weisen mehr auf das Endothel und die unmittelbar darunter gelegenen Teile des vorderen Stromas als Ausgangsstelle hin, ohne wesentliche Beteiligung der Gefäße.

Es ist nun die Frage, ob auch bei Augen, die vorher keine entzündlichen Veränderungen erfahren haben, solche degenerative Veränderungen des Pupillarrandes nachgewiesen werden können. Für die ursächliche Erklärung der Veränderung bestehen zwei Möglichkeiten. Entweder hat das klinisch und mikroskopisch ganz normal erscheinende Auge in früherer Zeit eine lokale oder allgemeine Schädigung erfahren, die spontan ohne bemerkbare Erscheinungen ausgeheilt ist, und nur an dieser kleinen scharf umgrenzten Stelle, und zwar im Endothel des Irisgewebes eine Spur hinterlassen hat, oder es handelt sich um eine Teilerscheinung der senilen Veränderungen des Irisgewebes, das in diesem Teil schon aus früherer Zeit irgendeine Anlage für diese Veränderung besaß, d. h. es handelt sich um eine Art von kongenitaler Anomalie des Endothels oder der Stromaschicht.

Auch die bereits weiter oben kurz erwähnte Möglichkeit muß berücksichtigt werden, daß es sich nämlich vielleicht um einen hyalin umgewandelten Rest der bei diesen Tieren auch noch post partum eine Zeitlang normal vorhandenen bindegewebigen Membrana pupillaris handelt.

Als Ursache der hyalinen Degeneration des Irispupillarrandes bei Menschenaugen stellen Fuchs und Seefelder eine Sclerose der Gefäße und damit einhergehende Wucherung und Sclerose des perivaskulären Bindegewebes in den Vordergrund, während Meller dem Endothel der Iris die Hauptrolle bei der Entstehung der Degeneration zuschreibt. Ich will die Genese dieser Veränderung beim Kaninchenauge bzw. beim Menschenauge nicht noch weiter vergleichen, vor allem weil ja die mikroskopischen Befunde bei meinen Fällen am Kaninchen nicht ganz mit den beim Menschen gemachten übereinstimmen.

Ich will nur soviel hervorheben, daß 1. die hyaline Degeneration des Pupillarrandes bei Kaninchenaugen ebenso wie Fuchs, Seefelder, Axenfeld dieses beim Menschenauge beobachtet haben, an klinisch wie mikroskopisch völlig normalen Augen beobachtet wird, und 2. daß die vordere Schicht des Irisgewebes, Endothel, vordere Grenzschicht und vordere Stromaschicht selbst ohne Beteiligung anderer Gewebsteile (Gefäße, Pigmentblatt) von diesem Prozeß befallen sein können. Diese hyaline Degeneration in dem vorderen Irisgewebe ist bis jetzt in der Literatur noch nicht erwähnt worden, und es ist nicht ausgeschlossen, daß die gleichen Veränderungen auch im Menschenauge vorkommen, aber bisher stets als Folge abgelaufener Entzündungen angesprochen wurden.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Professor Dr. Axenfeld und Herrn Professor Dr. A. v. Szily spreche ich an dieser Stelle für die liebenswürdige Unterstützung bei dieser Arbeit meinen ergebensten Dank aus.

Literatur.

1. Koganëi, Untersuchungen über den Bau der Iris des Menschen und der Wirbeltiere. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. XXV, p. 1, 1885.
2. Fuchs, Beiträge zur normalen Anatomie der menschlichen Iris. Arch. f. Ophthalm., Bd. XXXI, H. 3, p. 70, 1885.
3. Meller, Über hyaline Degeneration des Pupillarrandes. Arch. f. Ophthalm., Bd. LIX, H. 2, p. 221, 1904.
4. Seefelder, Zur pathologischen Anatomie der hyalinen Degeneration des Pupillarrandes. Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. XXI, H. 4, p. 289, 1909.
5. Axenfeld, Über besondere Formen von Irisatrophie, besonders die hyaline Degeneration des Pupillarsaumes und die pupillare Pigmentatrophie des Irishinterblattes. Bericht über die 37. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft, Heidelberg, p. 225, 1911.



[Aus der Universitäts-Augenklinik Freiburg i. Br. Dir.: Geheimr. Prof. Dr. Th. Axenfeld.]

Über die Wirkung des Bac. prodigiosus auf das Auge insbesondere auf die Hornhaut des Kaninchens, nebst Bemerkungen über Ringabszeßbildung.

Von

Dr. Uruo Arisawa,
Osaka, z. Z.: Freiburg i. Br.

Mit elf Abbildungen auf Tafel XIV bis XVI.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort.

Den unmittelbaren Anstoß zu dieser Arbeit gaben die Versuche mit dem aus Prodigiosusbazillen hergestellten Anaphylatoxin, welche ich auf Anregung von Herrn Prof. v. Szily vor etwa einem Jahr begonnen habe.

Bekanntlich hat zuerst E. Friedberger durch Einwirkung von Serum und Komplement auf die verschiedenen Bakterien in vitro das von ihm sogenannte „Bakterienanaphylatoxin“ dargestellt. Ein erhöhtes Interesse auch für den Ophthalmologen gewannen die Versuche mit dem Bakterienanaphylatoxin durch die Angaben von Dold und Rados (36, 37), wonach speziell das aus Prodigiosusbazillen hergestellte Anaphylatoxin

schon in geringen Mengen eine sofort (d. h. innerhalb von 15—30 Minuten) einsetzende Entzündung am Auge hervorrufen soll, einerlei, ob man dasselbe subconjunctival, intralamellär oder in die vordere Augenkammer spritzt.

Im Verlaufe dieser Untersuchungen hat es sich nun gezeigt, daß der Prodigiosus keineswegs ein so harmloser Saprophyt ist, wie man es im allgemeinen glaubt, sondern es erwiesen sich die Filtrate und Extrakte aus Prodigiosusbazillen bei entsprechender Extraktionsdauer auch ohne Komplementzusatz fürs Auge überaus toxisch.

Es ergab sich aus dieser neuen Feststellung nunmehr eine doppelte Aufgabe. Zunächst mußte die Wirkung der lebenden und abgetöteten Bakterienleiber und ihrer Extrakte aufs Auge von diesem neuen Gesichtspunkte aus einer sorgfältigen Prüfung unterworfen werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der vorliegenden Arbeit niedergelegt.

Weiterhin mußten die Beziehungen der Bakteriengifte zu dem sogenannten Bakterienanaphylatoxin genauer erforscht werden. Schon der Umstand, daß gerade aus diesem Keim, dessen Filtrate und Extrakte sich stets als primär überaus giftig erwiesen, die Darstellung des entzündungserregenden „Bakterienanaphylatoxins" nach Dold und Rados besonders leicht gelingt, ließ auf das Vorhandensein gewisser Beziehungen zwischen den beiden Giften schließen.

Über die Resultate dieser zweiten Hälfte meiner Untersuchungen werde ich in einer besonderen Arbeit an anderer Stelle berichten.

Einleitung.

Bedeutung der saprophytischen Bakterien, speziell des Bac. prodigiosus für die Entzündungen des Auges.

Über die Wirkung der nicht direkt pathogenen, sogenannten saprophytischen Bakterien auf das Auge haben schon verschiedene Autoren Beobachtungen angestellt und unter anderem ihre Beziehungen zur Ätiologie der Wundinfektion und zur septischen Ophthalmie zu ergründen gesucht. So hat z. B. Gifford (18) in seiner Arbeit über das Vorkommen von Mikroorganismen bei Conjunctivitis eczematosa Angaben über die Wirkung der nichtpathogenen Bakterien auf das Auge gemacht, und er hat diejenigen Bakterien als nichtpathogen bezeichnet, welche bei Impfungen auf die Kaninchenhornhaut nur einen geringen Eiterknoten, kaum größer als die Impftasche selbst, ohne Irisbeteiligung hervorriefen und im Glaskörper eine bald abgegrenzte Trübung verursachten.

Sattler (20) hat ebenfalls diejenigen Bakterien angegeben, welche in der Hornhaut und im Glaskörper eine Eiterung hervorriefen, die jedoch



keine Tendenz zur weiteren Verbreitung aufwies. Zu dieser Klasse von Mikroorganismen gehört unter den von ihm geprüften Arten der Micrococcus cereus, der Tetragenus, Prodigiosus usw.

Perles (22) berichtete über die verschiedenen Wirkungen der experimentell im Kaninchenauge eingebrachten Bakterien, die man gewöhnlich zu Studien über die Ätiologie der Wundinfektionskrankheiten des Auges benutzt. Zur Prüfung hat er mit den verschiedenen echten Entzündungs- und Eitererregern, sowie mit der Gruppe der Saprophyten (Heubazillen, Sarcine, Bazillen aus faulenden Seefischen, Bacillus dendriticus), die im Tierkörper überhaupt keine Reaktion hervorriefen, gearbeitet. Als Impfstelle wurden die Hornhaut, Vorderkammer und Glaskörper gewählt. Als den bösartigsten Feind des Auges bezeichnet er den Friedländerschen Pneumoniebazillus, der im Auge schwere Panophthalmie hervorrief und innerhalb von 16 Stunden sogar zur Ruptur des Bulbus geführt hat. Entsprechend den Resultaten seiner Experimente hat er die Bakterien des Auges in folgende drei Gruppen eingeteilt:

1. Die echten Entzündungs- und Eitererreger, die sich in geringer Menge im Auge vermehren und daselbst akute fibrinöse Exsudation und hämorrhagische Entzündung veranlassen — die wahren Infektions- oder Panophthalmieerreger.

2. Entzündungserreger, die nach dem Einbringen ins Augeninnere alsbald absterben und fortgeschafft werden, die jedoch in der kurzen Zeit vor dem Absterben Toxine entwickeln und eine mehr oder weniger bemerkbare Entzündungsreaktion hervorzurufen imstande sind.

3. Die Gruppe der ganz indifferenten Bakterien, bei deren Einbringen ins Auge keine erkennbare Reaktion entsteht.

Lobanow (23) hat Kulturen der verschiedenen Saprophyten in die Vorderkammer und in den Glaskörper des Kaninchens eingespritzt und die klinischen und pathologischen Veränderungen des Auges untersucht. Er benutzte dafür den Bac. candicans, violaceus und ruber, Sarcina lutea, Bac. proteus vulgaris, subtilis, prodigiosus, Micr. agilis, Bac. fluorescens putridus, Micr. roseus, wobei die ersten drei Arten keine Entzündung hervorriefen, während die anderen mehr oder weniger schwere Entzündung — Iritis und Iridocyclitis — verursachten.

Ulbrich (26) stellte aus der Literatur die saprophytischen Eitererreger des Auges zusammen, und in einer großen Reihe von eigenen Versuchen mit sieben sporenfreien und fünf sporenhaltigen Mikroorganismenarten hat er bei einigen von diesen Resultate erhalten, die von denjenigen Giffords und Lobanows etwas abwichen. Mit fast allen Bakterien, die

er für seine Experimente gebraucht hat, konnte eine mehr oder weniger deutliche Entzündung im Auge hervorgerufen werden. Nicht nur mit der Injektion von lebenden Mikroorganismen, sondern auch einer Aufschwemmung von abgetöteten Bakterien erzielte er heftige Entzündungen. Zum Schluß neigt der Verfasser zu der Ansicht, daß eine große Zahl der schleichenden Iritiden und Iridocyclitiden nach perforierenden Bulbusverletzungen auf die Infektion des Bulbusinnern mit saprophytischen Bakterien zurückzuführen sein dürfte.

Dagegen behauptet Bietti (28) von seinem Versuche mit den verschiedenen Saprophyten in Vorderkammer und Glaskörper, daß die meisten Saprophyten, außer Bac. subtilis, pyocyaneus und fluorescens liquifaciens, nicht so pathogen für das Auge sind, wie Ulbrich annimmt.

Koske (27) injizierte 0,2 ccm einer Aufschwemmung (zwei Ösen Kulturrasen in 5 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung), und zwar von Hefe, Schimmelpilzen und Bakteriengiften in die Vorderkammer von Kaninchen. Die heftige Entzündung des Auges bei Infektion durch lebende Bakterien führt er auf deren Vermehrung in der Vorderkammer und auf die Wirkung ihrer Stoffwechselprodukte zurück. Die Entzündung, die durch die abgetöteten, mit Alkohol und Äther ausgezogenen Bakterien hervorgerufen wurde, ist im allgemeinen nur gering und vorübergehend.

Im ganzen ist die Wirkung der Saprophyten im Augeninnern von den verschiedenen Autoren fast übereinstimmend als mehr oder weniger eitererregend anerkannt. Besonders über die Wirkung von Subtilis und Colibazillen im Auge ist schon sehr viel gearbeitet worden. Sonst herrscht über die lokale Wirkung der verschiedenen Bakterien der Luft, des Wassers und der Erde, die ja für das Menschenauge allerdings eine mehr untergeordnete Rolle spielen dürften, ziemliches Dunkel. Es gibt nun einige Saprophyten, die, trotzdem sie zu experimentellen Zwecken ins Auge und in den Tierkörper schon öfter eingeführt wurden, in ihrer Wirkung (speziell aufs Auge) noch nicht genauer analysiert worden sind.

Ich möchte in folgendem über dahingehende Versuche mit einem dieser Saprophyten, dem Bac. prodigiosus[1]), berichten.

Diesen Luftkeim, Bac. prodigiosus (Micrococcus prodigiosus, Ehrenberg) hat zunächst, wie oben erwähnt, Sattler (20) aus Tränensackeiter gezüchtet und ihn als den Prototyp eines pyogenen Mikroorganismus

[1]) Das toxische und biologische Verhalten dieser Bazillen ist von vielen Bakteriologen erörtert worden und die giftige Eigenschaft der lebenden und abgekochten Bazillen (Schottelius, Grawitz und de Bary), die eitererregende Eigenschaft ihrer Proteine und Plasmine (Lukasiewicz, Bertalleri usw.) sind anerkannt.



bezeichnet, der wohl sonst im Organismus keinen Entzündungsprozeß hervorruft, aber, in das Auge gebracht, es daselbst in deutlicher Weise tut. Während eine Hornhautimpfung mit diesem Pilz fast ohne deutliche Entzündung verläuft, entsteht durch die Impfung hauptsächlich im Glaskörper (in geringem Grad auch in der Vorderkammer) eine bald über den ganzen Glaskörper sich erstreckende, nicht ganz gleichmäßige, weißliche Trübung. Bei Injektion der verdünnten Aufschwemmung in den Glaskörper entstand nur eine rein fibrinöse Entzündung.

Lobanow (23) fand bei Einspritzung dieses Mikroorganismus in die Vorderkammer von Kaninchen 3—4 Wochen andauernde Iridocyclitis, die weder zur Panophthalmie führte, noch Tendenz zur weiteren Verbreitung zeigte. Auch im Glaskörper verursachten diese Mikroorganismen eine heftige Entzündung.

Koske (27) hat in seinem Versuch Nr. 7, 0,2 ccm einer Prodigiosus-Aufschwemmung (zwei Ösen einer 48 Stunden bei Zimmertemperatur gewachsenen Agarkultur in 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung) in die Vorderkammer des Kaninchens eingespritzt und fand 24 Stunden nach der Injektion eine Iritis, Hornhauttrübung, Hypopyon und im weiteren Verlauf (nach 4 Tagen) Cornealgeschwür, Hyphaema und Exophthalmus.

Nach diesen drei Autoren ist die Wirkung der Bakterien sicher am stärksten im Glaskörper und weniger stark in der Vorderkammer, während über die Wirkung auf die Cornea in der Literatur keine genaueren Angaben zu finden sind. Erst kürzlich hat nun Guillery (29) bei seinen Versuchen über die Wirkung wiederholter Fermentinjektionen ins Auge auch diese Bazillen in ihrer Eigenschaft als Fermentbildner zu Injektionen in den Glaskörper benützt. Außer wegen dieser ihrer direkten Beziehungen zum Auge sind diese Bakterien schon längst aus folgenden Gründen für verschiedene Untersuchungszwecke von bakteriologischer und serologischer Seite benutzt worden:

1. wegen ihres schnellen Wachstums auf gewöhnlichen Nährböden und ihrer Dauerhaftigkeit bei Zimmertemperaturen;

2. wegen ihrer eigentümlichen Farbstoffbildung, die sie leicht von anderen Kolonien unterscheiden läßt;

3. wegen ihrer geringen Pathogenität für den Menschen, trotzdem sie ein sicher nachweisbares Toxin (oder Stoffwechselprodukt) bilden.

Von diesen ihren Eigenschaften hat man schon bei der Prüfung der bakteriziden Wirkung der Tränen Gebrauch gemacht (Bernheim, 21), ebenso hat man die nächstverwandte Art, die sogenannten Kieler Wasserbazillen benutzt (Bach) — die beiden Autoren haben keinen Einfluß der Tränen auf diese Bakterien gefunden.

Auch sonst wurden sie zur Prüfung der Hautdesinfektion (Noguchi, 35) oder der filtrierenden Eigenschaften des Erdbodens (Abba, Orlandi und Bondelli, 30) schon häufig benutzt. Seitdem das Bakterienanaphylatoxin bei diesen Bakterien durch Friedberger und Goldschmidt, Neufeld und Dold, festgestellt war, haben sie auch in der Augenheilkunde Anwendung gefunden, und zwar bei der Prüfung auf das Vorhandensein einer von den Autoren sogenannten entzündungserregenden Komponente im Bakterienanaphylatoxin von Dold und Rados (36, 37).

Auf die Einzelheiten der Ergebnisse der oben erwähnten Arbeiten wollen wir nicht weiter eingehen. Sie haben nur die Veranlassung dazu gegeben, gründlichere Studien über die Wirkung dieses saprophytischen Mikroorganismus aufs Auge zu unternehmen.

Eigene Untersuchungen.

Methodisches.

Für die vorliegenden Experimente wurden zwei verschiedene Stämme (P. I u. P. II) der Prodigiosusbazillen verwendet. Der erste Stamm (P. I) wurde uns vom hiesigen tierhygienischen (Prof. Schlegel), der andere (P. II) vom hiesigen bakteriologisch-hygienischen Institut (Prof. Hahn) zur Verfügung gestellt. Beide Stämme verursachten bei subkutaner und intravenöser Injektion (1,0—2,0 ccm) bei Maus und Kaninchen deutliche Krankheitserscheinungen. Bei Einspritzung (0,5 ccm) in die Schenkelmuskeln des Frosches, wobei Marx eine Erhöhung der Virulenz dieser Bakterien konstatieren konnte, erfolgte eine leichte Erkrankung der Tiere, aber nie ein Todesfall. Die Sektion der erkrankten Frösche — am zweiten Tage nach der Einspritzung — ergab außer kleinen Blutungen in den Muskeln nichts Abnormes. Aussaaten auf Peptonagar aus Herzblut und aus Gewebssaft der Injektionsstelle zeigten nach 24 Stunden deutliches Wachstum. In der 24stündigen Kultur aus einem Tropfen Herzblut fanden sich ganz feine, isolierte, farblose Kolonien; bei der aus Gewebssaft bereiteten Kultur hingegen war ganz deutliche Farbstoffbildung vorhanden. Morphologisch ließ sich jedoch kein Unterschied zwischen den frisch aus dem Blut und aus der Impfstelle kultivierten Bakterien einerseits und den Ausgangsstämmen andererseits feststellen. Die Veränderung der chromogenen Eigenschaft der aus Herzblut gezüchteten Kulturen stimmt daher mit dem Befund von de Bono e Frisco, B. (24) überein.

Für alle Injektionen bei unseren Versuchen wurden 24—48stündige, bei Zimmertemperatur (22° C) gezüchtete Bouillon- oder Peptonagar-Kulturen als Ausgangsmaterial verwendet.



Vor der Injektion des verschiedenen, aus den Ausgangskulturen hergestellten Materials (siehe unten) in die Vorderkammer und in den Glaskörper wurde das Vorderkammerwasser durch Punktion mit einer kleinen Lanze auf die übliche Weise entleert. Die Einspritzung wurde mit einer kleinen Mikrospritze (Lieberg), die 0,1 ccm faßt (1 Teilstrich = 0,005 ccm), sehr behutsam ausgeführt. Bei der Cornealeinspritzung wurde die Spritzennadel zuerst an einer etwa 1—2 mm vom Limbus (selten 4—5 mm) entfernten Stelle eingestochen, langsam in die Parenchymschicht zentralwärts, ungefähr 4—5 mm weit eingeschoben, und dann erst das Material unter leichtem Druck entleert. Die Injektion des Materials in die Vorderkammer wurde durch die Öffnung der vorhergegangenen Punktion ausgeführt. Für die Glaskörpereinspritzung wurde eine Stelle der oberen Äquatorialgegend, 5—7 mm vom Limbus corneae entfernt, gewählt, wobei, zwecks möglichster Schonung der Linse, die Nadel nicht senkrecht, sondern leicht schräg nach hinten eingestochen wurde.

1. Experimenteller Abschnitt.

a) Über das Verhalten der ins Blut oder ins Augeninnere eingespritzten Bakterien.

Versuch I. Zur Beantwortung der Frage, wie lange nach der Injektion diese Bazillen in der Blutbahn noch lebend anzutreffen sind, haben wir 4 ccm 24 Stunden alter Bouillonkultur in die Ohrvene des Kaninchens eingespritzt.

Nach verschiedenen Zeiten wurde dann je ein Tropfen Blut steril entnommen und eine Agarkultur angelegt, um so den Nachweis des Wachstums zu liefern. Die Beobachtung einer jeden Kultur dauerte 6 Tage, welcher Zeitraum für die Farbenbildung der entwickelten Bakterien bei Zimmertemperatur auszureichen pflegte.

Bakterienbefund nach der Einspritzung:

Kaninchen Nr. 195 A (P. I: 4 ccm intrav. eingespritzt)

nach 1 Stunde = viele Kolonien
„ 2 Stunden = einzelne Kolonien
„ 6 Stunden = keine Kolonien

Kaninchen Nr. 195 B (P. II: 4 ccm intrav. eingespritzt)

nach 1 Stunde = viele Kolonien
„ 2 Stunden = nur 1 Kolonie
„ 6 Stunden = keine Kolonie.

Versuch II. Schicksal der Bakterien im Augeninnern. Je 0,1 ccm der Bouillonkultur wurden in die Corneallamellen, in die Vorderkammer und in den Glaskörper des Kaninchenauges eingespritzt und es wurde wiederum in verschiedenen Zeitabständen auf das Vorhandensein der Bakterien an den betreffenden Stellen untersucht.

Es wurde mit steriler Platinnadel in die alte Impfstelle der Cornea eingegangen und von den bei dieser Prozedur an der Nadel klebenden Gewebsmassen wurden Pepton-Agarkulturen angelegt. Aus der Vorderkammer wurde das Kammerwasser mit der Spritze angesaugt; bei der Aspiration aus dem Glaskörper wurde die Mikrospritze möglichst in der Nähe der alten Impfstelle eingestoßen; und das in dieser Weise gewonnene Material (Inhalt der Spritze) auf dem Nährboden ausgesät. Auch wurde das Conjunctivalsekret jedes Auges kulturell untersucht.

	Kaninchen Nr. 224 A		Kaninchen Nr. 224 B		Kaninchen Nr. 224 C	
	L. Auge	R. Auge	L. Auge	R. Auge	L. Auge	R. Auge
Impfstelle	Cornea	Cornea	Vorderkammer	Glaskörper	Vorderkammer	Glaskörper
Bakterienstamm	mit P I	mit P II	mit P I	mit P I	mit P II	mit P II
Klinisches Bild nach 24 Stunden	Ringabszeß Hypopyon Pupillarexsudat	vollständ. Ringabszeß Pupillarexsudat (sofort Enucleatio bulbi) (S. path.-anatom. Abschnitt)	Iritis Pupillarexsudat Vorderkammerexsudat	Iris stark gereizt Pupillarexsudat	Iris mäßig gereizt Pupillarexsudat	Iris gereizt Pupillarexsudat
Bakterienbefunde: 24 stündig	+	++	—	++	+	++
Conjunct.-Sekret	+	+	—	—	—	—
48 stündig						
4. Tag	—		—	+	—	++
Conjunct.-Sekret	—		—	—	—	—

	Kaninchen Nr. 104		Kaninchen Nr. 106		Kaninchen Nr. 107	
	L. Auge	R. Auge	L. Auge	R. Auge	L. Auge	R. Auge
	Cornea mit P I Ringabszeß	Vorderkammer mit P I Iris gereizt Pupillarexsudat	Cornea mit P I Ringabszeß Hypopyon	Vorderkammer mit P I Iris stark gereizt Pupillarexsudat	Vorderkammer mit P I Iritis Pupillarexsudat	Vorderkammer mit P I Iritis Pupillarexsudat
24 Stunden	++	—	++	—		
48 Stunden	++	—	+	—	—	
72 Stunden	+		—			—

++ = viele Kolonien; + = einzelne Kolonie; — = keine Kolonie.

Resümee der beiden Versuche 1 und 2.

1. Die in die Ohrvene eingespritzten Bakterien finden sich nach 2 Stunden im Blut, aber nach 6 Stunden sind sie daselbst kulturell nicht mehr nachweisbar.

2. Die in den Glaskörper und in die Cornea eingespritzten Bakterien sind noch nach 4 Tagen aus der Impfstelle züchtbar, während die in die Vorderkammer eingespritzten schon nach 24 Stunden nur schwer oder überhaupt nicht mehr nachzuweisen sind. Die Bakterien im Conjunctivalsekret sind in der Regel nur nach Cornealimpfungen nachzuweisen.

b) Wirkung der lebenden Bakterien aufs Auge.

Die 48 Stunden alte Bouillonkultur bei 22° C wird mit steriler physiologischer Kochsalzlösung in dem Verhältnis 1:2 verdünnt und 0,1 ccm von dieser Verdünnung ins Auge eingespritzt.

Versuch 1: Injektion in den Glaskörper (2 Kaninchenaugen).

Kaninchen Nr. 241. R. Auge. 10. X. 13.

Verlauf nach 2 St. Pupille etwas verengt, reizlos.
„ „ 6 „ Pupille eng, Iris etwas gereizt, Chemosis, starke conj. Sekretion.
„ „ 24 „ Iritis, am oberen Pupillarrand Exsudatmasse sichtbar.
„ „ 48 „ Die Erscheinung an der Iris zugenommen.

15. X. = 5. Tag. Heftige Iridocyklitis, hintere Synechien. Exsudatmasse im Pupillargebiet. Der Glaskörper ist mit graugelblichen Massen erfüllt.

18. X. = 8. „ Fast gleicher Befund (etwas besser).

21. X. = 11. „ Napfkucheniris, Glaskörperabszeß.

26. X. = 16. „ Iris nicht mehr gereizt, Glaskörperabszeß. Pseudogliombildung. Tension vermindert.

12. XI. = 33 Tage Pseudogliombildung in geschrumpftem Bulbus. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

Kaninchen Nr. 242. R. Auge. 10. X. 13.

Verlauf nach 2 St. Pupille etwas eng, reizlos.

„ „ 6 „ Am Pupillenrand eine Exsudatmasse, Iris mäßig gereizt, Chemosis, starke conj. Sekretion.

„ „ 24 „ Iris stark gereizt und angeschwollen. Pupillarexsudatmasse; keine Chemosis.

5 Tage = Unverändert.

8 „ = Irisreizerscheinung bedeutend vermindert. Hintere Synechie.

11 „ = Iris atrophisch, Glaskörperabszeß.

23 „ = Pseudogliombildung, länglich ausgezogene hintere Synechie. Tension bedeutend vermindert. Atrophia bulbi. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

Versuch 2: Injektion in die Cornea (2 Kaninchenaugen).

Kaninchen Nr. 241. L. Auge. 10. X. 13.

Verlauf nach 2 St. An Impfstelle der Cornea noch diffus getrübt, Iris etwas gereizt.

„ „ 6 „ Conj. Sekret zugenommen, Chemosis. Cornea noch wenig getrübt. — Material nicht ganz resorbiert.

„ „ 24 „ Cornea ganz diffus, matt getrübt. An der Impfstelle deutliche Infiltrate, deren eine mehr oberflächlich, die anderen mehr in den tieferen Cornealschichten gelegen sind und bis an das Zentrum der Cornea reichen. Entlang dem Limbus corneae breitet sich ein halbkreisförmiger Ringabszeß aus. Hypopyon.

„ „ 48 „ Im mittleren Teil des Ringabszesses bildet sich ein breites Infiltrat.

5 Tage = Im Zentralteil der Cornea, welcher von dem Ring umschlossen ist, tritt ausgedehnte Nekrose auf. Hypopyon verschwunden.



8 Tage = An der Impfstelle, am oberen Teil der nekrotischen Cornea, findet sich ein scharf begrenzter Substanzverlust. Es schimmert hier die dunklere Farbe der Irisvorderfläche durch.

11 „ = Der Substanzverlust hat zugenommen, so daß an dieser Stelle das Cornealgewebe fast perforiert ist. Sonst wie am 8. Tag. (Bei der Bakterienfärbung von dieser Stelle sind ebenso wie kulturell nur Staphylokokken, Xerosebazillen nachweisbar, aber kein Prodigiosus.)

16 „ = Die Perforationsstelle vernarbt, der nekrotische Teil etwas geschrumpft und verkleinert, mit neugebildeten Gefäßen am Limbus corneae.

33 „ = Große Nubecula in der Cornea mit Gefäßen. Vordere Synechie. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

Kaninchen Nr. 242. L. Auge.

Verlauf nach 2 St. Die Cornea noch diffus getrübt, noch nicht alles resorbiert.

„ „ 6 „ Conj. Sekret zugenommen, Chemosis, an der Impfstelle ist die Cornea noch diffus getrübt, Iris gereizt.

„ „ 24 „ Das Auge durch weißliches Sekret verklebt, Chemosis, Cornea diffus getrübt. An Impfstelle Infiltrat und doppelter Ringabszeß, deren einer mehr oberflächlich und der andere mehr in der tieferen Schicht der Cornea zu sitzen scheint. Hypopyon.

5 Tage = An der Impfstelle entsprechend Nekrose, Hypopyon.

8 „ = Substanzverlust des nekrotischen Teiles, Hypopyon.

11 „ = Perforation der Cornea und Prolapsus iridis. Der vom Ringabszeß umschlossene Teil der Cornea ist nekrotisch. In der Vorderkammer ist reichlich Exsudat. Neugebildete Gefäße in der Cornea. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

c) Über die Wirkung verschiedener Verdünnungen der lebenden Kultur.

Anfertigung der Verdünnungen: Eine 48 Stunden alte Bouillonkultur vom Stamm P. I wurde durch Zusatz von steriler physiologischer Kochsalzlösung in verschiedenen Mengenverhältnissen verdünnt: 1 : 10, 1 : 100, 1 : 1000, 1 : 10000, 1 : 1000000. Von diesen Verdünnungen wurde stets 0,1 ccm in die Cornea oder in den Glaskörper eingespritzt.

Um die Zahl der eingespritzten Bakterien zu bestimmen, wurde 0,1 ccm der Verdünnung (1 : 10000) zu einer Agarplatte ausgegossen. Es sind 28928 Kolonien aufgegangen. Die unverdünnte Bouillonkultur enthält daher in 0,1 ccm mindestens 289 Millionen Bakterien.

Versuch 1: In der Cornea.

Kaninchen Nr. 204. 7. XI. 13.

L. Auge 0,1 ccm (1:1000000). R. Auge 0,1 ccm (1:1000000).

Wirkung am linken Auge:

Nach 24 Stunden: Alles resorbiert, keine Cornealtrübung, Iris normal, Conj. etwas gereizt.

Nach 48 Stunden: Nur Stichkanal.

Nach 1 Woche: Nichts zu sehen.

Resultat = negativ.

Wirkung am rechten Auge:

Nach 24 Stunden: Alles resorbiert, Conj. ein wenig gereizt.

Nach 48 Stunden: Nur Stichkanal.

Nach 1 Woche: Normal.

Resultat = negativ.

Kaninchen Nr. 206.

L. Auge 0,1 ccm (1:10000).

Nach 24 Stunden: Nur Stichkanal, reizlos.

Nach 48 Stunden: Zarter Stichkanal sichtbar.

Resultat = negativ.

R. Auge 0,1 ccm (1:1000).

Nach 24 Stunden: Conj. gereizt, an Impfstelle leichte matte Trübung, Stichkanal etwas infiltriert, Iris etwas gereizt.

Nach 48 Stunden: Um Stichkanal zarte diffuse Trübung, sonst reizlos.

Nach 72 Stunden: Normal.

Resultat = schwach positiv.

Kaninchen Nr. 208.

L. Auge 0,1 ccm (1:100).

Nach 24 Stunden: Chemosis, Auge stark gereizt. Von der Impfstelle ausgehend bildet sich eine dem Limbus parallel verlaufende, schmale, offene, ringförmige Infiltration. Der peripherische Teil der Cornea diffus getrübt (Bakterienuntersuchung aus dem Conjunctivalsekret positiv).

Nach 48 Stunden: Ganz geschlossener Ring. Infiltration mit peripherischer Cornealtrübung. Konzentrisch mit der Haupttrübung ist ein zweiter, feiner, tiefsitzender Nebenring vorhanden (Bakterienuntersuchung positiv).

3. Tag: Conjunctivalsekret abgenommen, ringförmige Infiltration etwas verkleinert, auch sonst hat sich die peripherische Cornealtrübung aufgeklärt (Bakterienuntersuchung positiv).

5. Tag: Bakterienuntersuchung negativ.

Nach 1 Woche: Der zentrale Teil des Ringes stark diffus getrübt, die Impfstelle nekrotisch, der eigentliche Ring verschmälert.

Nach 10 Tagen: Keine Reizerscheinung. Impfstelle, nekrotisch zerfallen, die Umgebung noch matt getrübt.

Nach 2 Wochen: Nur an der Impfstelle und zwar an dem zerfallenen Teil entsprechend Nubeculabildung, sonst Cornea fast frei.

Resultat = positiv.

R. Auge 0,1 ccm (1:1).

Nach 24 Stunden: Starke Chemosis. Cornea besonders an Impfstelle diffus matt getrübt. An der Impfstelle starkes Infiltrat und ringförmige Infiltration, Hypopyon. In der tieferen Schicht der Cornea ist eine kleine Infiltration vorhanden (Bakterienbefund aus dem Conjunctivalsekret positiv).

Nach 48 Stunden: Der Ring etwas verbreitert, sonst gleicher Befund wie nach 24 Stunden. Reichliche Exsudatmassen in der Vorderkammer (Bakterienuntersuchung positiv).

Nach 3 Tagen: Conjunktivalsekret noch reichlich. Exsudatmasse der Vorderkammer steht in Verbindung mit der herabgesunkenen Infiltrationszone des tieferen Teiles der Cornea, die ihren Ursprung an der Impfstelle hat. Der zentrale Teil des Ringes diffus getrübt, während der peripherische Teil sich schon beträchtlich aufgeklärt hat (Bakterienbefund positiv). Impfstelle nekrotisch.

Nach 5 Tagen: Bakterienbefund negativ.

Nach 1 Woche: Die ganze zentrale Partie des Ringes stark getrübt. In der Mitte dieser Partie von oben nach unten laufende, ausgedehnte Nekrosenbildung.

Nach 10 Tagen: Der ganze zentrale Teil der Cornea innerhalb des Ringes stark getrübt. Die nekrotische Partie perforiert. Neugebildete Gefäße am Limbus.

Nach 2 Wochen: Dem zentralen Teil entsprechend eine Leukombildung. Eine Ektasie an der zerfallenen Zone mit vorderen Synechien. Resultat positiv. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

Versuch 2: Im Glaskörper. 7. XI. 13.

Kaninchen Nr. 209.

L. Auge 0,1 ccm (1:1000000).

Nach 24 Stunden: Iris nach vorn gedrückt, Pupille etwas eng, keine Reizerscheinung.

Nach 48 Stunden: Keine Reizerscheinung.

Nach 3 Tagen: Keine Reizerscheinung.

Nach 1 Woche: Keine Reizerscheinung. Beim Ophthalmoskopieren: Papille gut

erkennbar und keine Besonderheiten. Grobkörnige Glaskörpertrübung. Resultat = negativ.

R. Auge 0,1 ccm (1:10000).

Nach 24 Stunden: Iris nach vorn gedrückt, Pupille etwas eng, keine Reizung.

Nach 48 Stunden: Nichts zu bemerken.

Nach 3 Tagen: Nichts zu bemerken.

Nach 1 Woche: Keine Reizerscheinung. Kranzförmige Glaskörpertrübung, sonst Fundus normal. Resultat = negativ.

Kaninchen Nr. 210.

L. Auge 0,1 ccm (1:1000).

Nach 24 Stunden: Iris gereizt, Pupillarexsudatmasse.

Nach 48 Stunden: Kein Reiz der Iris und keine Exsudatmasse in der Pupille.

Nach 3 Tagen: Keine Reizerscheinung.

Nach 1 Woche: Normal. Beim Ophthalmoskopieren: kranzförmige Trübung im Glaskörper, verschleierte Papille.

Nach 10 Tagen: Grauweißlicher Reflex im Glaskörper. Resultat = positiv.

R. Auge 0,1 ccm (1:100).

Nach 24 Stunden: Iris mäßig gereizt, Exsudatmasse am Pupillarrand.

Nach 48 Stunden: Iris noch gereizt. Pupillarexsudat.

Nach 3 Tagen: Fast keine Reizung.

Nach 1 Woche: Gleich, wie linkes Auge.

Nach 10 Tagen: Gleich, wie linkes Auge. Resultat = positiv.

Kaninchen Nr. 211.

L. Auge 0,1 ccm (1:10).

Nach 24 Stunden: Schwere Iridocyklitis. Iris stark angeschwollen und reichliche Exsudatmasse am Pupillargebiet.

Nach 48 Stunden: Gleich wie nach 24 Stunden.

Nach 3 Tagen: Die Reizerscheinungen ein wenig vermindert. Reichliche Exsudatmasse in der Vorderkammer. Grauweißliche Trübung des Glaskörpers.

Nach 1 Woche: Hintere Synechien, Exsudat im Pupillargebiet, gelblichweißer Reflex im Glaskörper.

Nach 2 Wochen: Pseudogliom im Glaskörper: hintere Synechien. Phthisis bulbi. Resultat = positiv.



R. Auge 0,1 ccm (1:1).

Nach 24 Stunden: Schwere Iridocyklitis, Napfkucheniris. Exsudatmasse im Pupillargebiet. Vorderkammerwasser getrübt.

Nach 48 Stunden: Dasselbe.

Nach 3 Tagen: Gleich, wie linkes Auge.

Nach 1 Woche: Pigmentrest auf der Linsenoberfläche, hintere Synechien, Pseudogliombildung.

Nach 2 Wochen: Multiple hintere Synechien. Pseudogliom, Phthisis bulbi. (S. Path.-anatom. Abschnitt.) Resultat = positiv.

Resümee der Veränderungen des Auges bei Versuchen mit lebenden Bazillen.

1. Bei der Einspritzung in den Glaskörper zeigte sich die Iris gleich nach der Einspritzung gereizt und zuweilen war nach 6 Stunden am Pupillarrand Exsudatmasse nachzuweisen. Schon nach 24 Stunden hatte sich das Bild einer Iridocyclitis entwickelt. Diese Entzündungserscheinungen erreichen in 5 Tagen ihre maximale Höhe, allmählich gehen sie unter Hinterlassung eines Pseudoglioms und Bildung hinterer Synechien zurück, und schließlich erfolgt Schrumpfung des Bulbus. Bei Impfung in die Cornea sind die Cornea, die Conjunctiva und die Iris ebenfalls gereizt und die erstere beginnt sich nach 24 Stunden parenchymatös zu trüben und an der Impfstelle ein Infiltrat und eine ringförmige Infiltrationszone zu bilden. Zugleich steigern sich die Reizerscheinungen der Iris, und es beginnen Exsudatmassen in der Vorderkammer zu erscheinen.

Schließlich trübt sich auch die zentrale Partie der ringförmigen Infiltrationszone ganz diffus; die Impfstelle ist schon nach einer Woche nekrotisch zerfallen, und es erfolgt Perforation und zuweilen Irisprolaps. Die von der ringförmigen Infiltrationszone umschlossenen Partien der Cornea trüben sich immer mehr, so daß eine deutliche Ringbildung nicht mehr zu erkennen ist; Hand in Hand damit geht eine rasch fortschreitende Aufhellung der peripheren Hornhautpartien. Durch Neubildung von Gefäßen vom Limbus her zur Mitte der Cornea vernarben Perforationsstelle und die davon zentral gelegenen Partien allmählich; die peripherischen Teile erlangen wieder normale Transparenz. Zuweilen bilden sich an der einstigen Perforationsstelle durch inneren Druck kleine Staphylome (Ektasien).

2. Die lebenden Bazillen wirken in der Verdünnung (1:1000) sicher toxisch bei Injektion in den Glaskörper, während sie bei der Injektion von 0,1 ccm derselben Verdünnung einer Bouillonkultur in die Hornhaut sehr geringe Giftigkeit zeigten. Der Glaskörper ist also für diese Bazillen weit empfindlicher als die Cornea.

d) Wirkung des Filtrates der abgetöteten Bakterien.

Eine Bouillonkultur (Stamm P. I) wird auf 60° C eine Stunde lang im Wasserbad erwärmt und dann durch eine Chamberlandkerze filtriert. Die in dieser Weise erhaltene ganz klare Flüssigkeit, welche einer Bouillonkultur ähnlich sieht (Filtrat), wird durch die Mikrospritze ins Auge (0,025 = 0,1 ccm) eingespritzt.

Versuch 1a. Injektion in den peripherischen Teil der Cornea (etwa 1,0—1,5 mm vom Limbus corneae entfernt).

Kaninchen Nr. 198.

R. Auge 0,1 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: An der oberen Hälfte der Cornea, wo die Einspritzung ausgeführt war, findet man eine grauweißliche Infiltration, die fast parallel zum Limbus verlaufend, in der Mitte am dichtesten und breitesten ist, und allmählich an ihren beiden Enden sich verschmälert. Dadurch entsteht eine sichelförmige Trübung. Wenn man die Stelle genauer betrachtet, so ist diese Infiltrationszone gegen den Limbus scharf begrenzt, während etwas mehr zentralwärts in der Cornea noch ein zweites Nebeninfiltrat erkannt wird, welches ganz nahe zum ersteren gelegen ist. Der Zwischenraum zwischen Infiltrationszone und Limbus ist matt getrübt. Vorderkammer mäßig stark getrübt. Am Pupillarrand eine Exsudatmasse nachweisbar. Iris gereizt.

Nach 48 Stunden: Die Infiltration schreitet weiter und bildet einen geschlossenen Ring, der parallel zum Limbus verläuft. Der ältere Teil ist etwas dichter und breiter. Das Nebeninfiltrat verändert die Form und verbreitet sich ganz diffus in den tieferen Schichten der Cornea. Auch sonst ist die Cornea stärker diffus getrübt.

Nach 5 Tagen: Starke Iritis. Infiltrationsring vollkommen geschlossen. Die zentralen Partien der Infiltrationszone ganz diffus getrübt, während der peripherische Teil sich aufhellt. Neugebildete Gefäße.

Nach 1 Woche: Im oberen, ältesten Teil der Infiltrationszone beginnt ein nekrotischer Zerfall des Gewebes. Sonst ist die von dieser Zone zentral gelegene Partie ganz stark getrübt. Iris nicht mehr erkennbar. Zahlreiche neugebildete Gefäße am Limbus. Durch die dicke Trübung der Cornea erkennt man kaum die ursprünglichen Ringe. Dem unteren Teil des Ringes entsprechend sind drei isolierte Infiltrationspunkte sichtbar.

Nach 10 Tagen: Die neugebildeten Gefäße schreiten weiter nach dem Zentrum der Cornea. Die getrübten Zentralpartien sind ganz nekrotisch. Die zerfallene Stelle scharf begrenzt, ihre Dimension nimmt zu. Breite vordere Synechie.

Nach 2 Wochen: Perforation des Geschwürs, Irisprolaps. Der nekrotische Teil der Cornea vom Limbus ganz scharf abgegrenzt.

Nach 3 Wochen: Ektasia corneae an der Perforationsstelle mit Irisverwachsung. Neugebildete Gefäße.

Nach 4 Wochen: Staphyloma corneae und Leucoma adhaerens. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

L. Auge 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Außen oben in der Cornea eine kleine sichelförmige Infiltrationszone, die nach der Peripherie (Limbus) ziemlich scharf abgegrenzt und nach dem Zentrum diffus verschwommen ist. Um die Infiltrationszone herum besteht eine diffuse parenchymatöse Trübung, sonst ist die Cornea klar. Am Pupillarrand drei feine Exsudatpünktchen sichtbar.

Nach 48 Stunden: Die beiden Enden der Infiltration weiter entlang dem Limbus fortgeschritten. Ihre Dicke und Dichte ist viel stärker geworden. In den tieferen Schichten der Cornea ist die zweite Trübung sichtbar. Iris stark gereizt.

Nach 5 Tagen: Napfkucheniris. Die Infiltration bildet einen geschlossenen Ring, der davon umschlossene zentrale Teil der Cornea ist viel stärker getrübt als die Peripherie. Neugebildete Gefäße im Limbus.

Nach 1 Woche: Der zentrale Teil der Cornea ganz diffus getrübt, so daß der eigentliche Ring nicht mehr zu erkennen ist. Der Impfstelle entsprechend Geschwürsbildung mit neugebildeten Gefäßen.

Nach 10 Tagen: Perforation des Geschwürs, sonst gleicher Befund wie nach einer Woche.

Nach 2 Wochen: Leucombildung im Zentrum der Cornea. Ein Teil davon, entsprechend der Perforation, bildet eine Fistel.

Nach 3 Wochen: Ektasie der Cornea an Stelle der vernarbten Fisteln, mit Irisverwachsung.[1]

Nach 4 Wochen: Macula und Ektasia corneae.

Kaninchen Nr. 199. 29. X. 13.

R. Auge 0,1 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden (Fig. 1): Iris gereizt. Von der Impfstelle ausgehend, parallel zum Limbus in einem Abstand von 1,5 bis 2,0 mm verlaufende, nur in einem kleinen Gebiet noch offene, grauweiße, ringförmige Infiltrationszone. Diese ist an der Impfstelle am dichtesten und breitesten und verjüngt sich allmählich an den beiden Enden. Am oberen Limbus corneae diffuse parenchymatöse Trübung, sonst Cornea frei. Pupille verengt und Pupillarexsudat sichtbar.

Nach 48 Stunden: Das ringförmige Infiltrat noch breiter als gestern, die beiden Enden haben sich vereinigt. Die breiteste Infiltrationsstelle, entsprechend

der Impfstelle, beträgt 4 mm. Hier ist die diffuse Cornealtrübung auch am stärksten. Dem unteren Ende des Ringes entsprechend sieht man ein tiefes Infiltrat der Cornea. In der Vorderkammer reichliche Exsudatmasse. Neugebildete Gefäße am Limbus.

Nach 5 Tagen: Ringförmige Infiltrationszone sehr deutlich sichtbar. Die zentralen Partien stark getrübt. Die älteste Infiltrationsstelle ist nekrotisch zerfallen und dadurch die vordere Fläche der Iris sichtbar. Die neugebildeten Gefäße treten in den zentralen Teil hinein.

Nach 1 Woche: Die Dicke des Ringes hat bedeutend zugenommen und der von ihm umschlossene Teil ist stark getrübt, während die peripherischen Partien wieder klarer geworden sind. Der nekrotisch zerfallene Teil ist unverändert.

Nach 10 Tagen (Fig. 2): Der nekrotisch zerfallene Teil ziemlich scharf begrenzt und perforiert. Auch die zentrale Partie des Ringes ist nekrotisch.

Nach 2 Wochen: An der Perforationsstelle Prolapsus iridis, sonst unverändert.

Nach 3 Wochen: Ein gegen den oberen Limbus scharf begrenztes Leucoma adhaerens mit Gefäßbildung. Entsprechend der Perforationsstelle eine kleine Ektasiebildung. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

L. Auge 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Fast um die ganze obere Hälfte der Cornea laufende ringförmige Infiltration. Iris gereizt, am Pupillarrand grauweißes Exsudat, Vorderkammer getrübt. (S. Path.-anatom. Abschnitt.)

Versuch 1b. Injektion im zentralen Teil der Cornea (etwa 4—5 mm vom Limbus corneae entfernt).

Bemerkung: Wegen der geringeren Dicke der Cornealschicht im Zentrum als in der Peripherie wird bei der Injektion eine etwas geringere Menge des Materials (0,025—0,05) genommen.

Kaninchen Nr. 200. 3. XI. 13

R. Auge 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Chemosis, ganze Cornea diffus matt getrübt. Am oberen und am unteren Teile der Cornea findet man 2 isolierte, dem Limbus parallel laufende feine, sichelförmige Infiltrate, die etwa 1,5 mm vom Limbus entfernt sind und viel peripherischer als die Impfstelle sich befinden. Die Impfstelle deutlich infiltriert.

Nach 48 Stunden: Die diffuse Cornealtrübung hat etwas abgenommen. Infiltrat der Impfstelle etwas verkleinert. Die zwei sichelförmigen Infiltrate an der Peripherie bilden einen schmalen geschlossenen Ring und stehen durch eine schmale Infiltrationszone mit der Impfstelle in Verbindung. Kammerwasser getrübt.

Nach 5 Tagen: Die Impfstelle geschwürig zerfallen. Das ringförmige Infiltrat ist deutlich und hat an Breite zugenommen, ein Teil davon verbreitert sich mehr in der tieferen Schicht der Cornea.

Nach 10 Tagen: An der Impfstelle ganz scharf begrenzter Substanzverlust. Die zentrale Partie des Ringes ist ganz diffus getrübt. Der eigentliche Ring etwas verschmälert. Der peripherische Teil der Cornea klar.

Nach 2 Wochen: Nekrotischer Zerfall der Impfstelle. Der Infiltrationsring undeutlich. Die zentral getrübten Partien etwas verkleinert.

Nach 3 Wochen: Zerfallener Teil vernarbt. Macula corneae an der zentralen Partie.

Nach 4 Wochen: Nubecula.

L. Auge 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Die Veränderung der Cornea viel stärker als am rechten Auge. Cornea diffus getrübt.

Ein großer offener Infiltrationsring, der mit dem peripherischen Ende des Infiltrates an der Impfstelle in Verbindung steht. Reichliche Exsudatmasse in der Vorderkammer.

Nach 48 Stunden: Die Cornealtrübung fast gleich wie nach 24 Stunden. Die infiltrierte ringförmige Zone etwas breiter, aber die beiden Enden haben sich noch nicht vereinigt. Die Impfstelle nekrotisch. Reichlich Exsudat in der Vorderkammer.

Nach 5 Tagen: Der nekrotische Teil etwas verkleinert. Die Trübung der Cornea etwas aufgeklärt. Ringförmige Infiltration noch deutlich vorhanden, aber teilweise unterbrochen. Ein Nebenring ist zu sehen.

Nach 10 Tagen: Cornea bedeutend aufgeklärt. Impfstelle nekrotisch zerfallen. Vorderkammer ganz getrübt. Der unterbrochene Ring noch deutlich. Die zentralen Partien des Ringes stark getrübt, nekrotisch.

Nach 2 Wochen: Noch deutliche ringförmige Trübung. Die infiltrierte zentrale Partie etwas verkleinert. Gefäßneubildung.

Nach 3 Wochen: Den zentralen Partien entsprechend eine Macula corneae mit neugebildeten Gefäßen. Sonst ist die Cornea frei.

Nach 4 Wochen: Kleine Macula.

Kaninchen Nr. 202.

R. Auge 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Die ganze Cornea ziemlich stark diffus getrübt. Eine deutliche ringförmige Infiltrationszone an der Peripherie der Impfstelle. Ausgeprägte Exsudatmassen in der Vorderkammer.

Nach 48 Stunden: Cornea noch diffus matt getrübt. Die ringförmige Infiltration weiter fortgeschritten. Exsudatmasse am Pupillargebiet.

Nach 5 Tagen: Cornea noch getrübt. Ein geschlossener Infiltrationsring, der teilweise in der tieferen Schicht zu liegen scheint. Exsudat in der Vorderkammer.

Nach 10 Tagen: Die zentrale Partie des Ringes stark getrübt mit vielen neugebildeten Gefäßen. Impfstelle nekrotisch.

Nach 2 Wochen: Die Ringe nicht mehr deutlich zu sehen. Die zentrale Partie teilweise nekrotisch.

Nach 3 Wochen: Macula im zentralen Teil der Cornea.

L. Auge 0,025 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: An der Impfstelle diffuse Cornealtrübung. Die Impfstelle selbst infiltriert. Exsudat am Pupillarrand und in der Vorderkammer.

Nach 48 Stunden: Im peripherischen Teil der Cornea, mehr in dem unteren Teil, sieht man eine kleine sichelförmige Infiltration.

Nach 5 Tagen: Cornea fast klar. Die sichelförmige Infiltration noch deutlich. Exsudat in der Vorderkammer.

Nach 10 Tagen: Die sichelförmige Infiltration ist kaum sichtbar. Die Infiltration an der Impfstelle noch deutlich.

Nach 2 Wochen: Nubecula an der Impfstelle und eine leichte Trübung ringsherum. Cornea sonst normal.

Nach 3 Wochen: Zarte Nubecula.

Versuch 2. Injektion in den Glaskörper.

Kaninchen Nr. 214. 29. X. 13.

L. Auge 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Pupille etwas eng, Pupillarexsudat.

Nach 48 Stunden: Napfkucheniris, Pupillarexsudat.

Nach 5 Tagen: Gelblichweißer Reflex im Glaskörper. Iris nicht mehr gereizt.

Nach 12 Tagen: Gleiches Bild wie nach 5 Tagen, Pupille ganz erweitert.

R. Auge: 0,1 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Schwere Iridocyklitis, Pupillarexsudat, Präcipitate.

Nach 48 Stunden: Pupillargebiet mit Exsudatmasse ganz bedeckt. Napfkucheniris.

Nach 5 Tagen: Wie rechtes Auge. Iris nicht mehr vorgewölbt.

Nach 12 Tagen: Gleich wie rechtes Auge, nur Iris noch etwas gereizt.

Kaninchen Nr. 216.

L. Auge: 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Chemosis, Pupillarexsudatmasse. Präcipitat.

Nach 48 Stunden: Exsudatmasse im Pupillargebiet. Iris noch angeschwollen.

Nach 5 Tagen: Gelblichweiße Reflexe im Glaskörper; Pupille weit.

Nach 12 Tagen: Gelblichweiße Reflexe im Glaskörper. Hintere Synechie.

R. Auge: 0,1 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Stark gereizte Iris, Pupillarexsudatmasse.

Nach 48 Stunden: Napfkucheniris, Pupillarexsudat und grau-weißes Vorderkammerexsudat.

Nach 5 Tagen: Iris noch mäßig stark angeschwollen, Pupille eng. Pupillarexsudat.

Nach 12 Tagen: Zirkuläre Synechie, Exsudat im Pupillargebiet.

Resümee der Veränderungen des Auges bei Versuchen mit dem Filtrat aus abgetöteten Bakterien.

Schon 24 Stunden nach der Cornealeinspritzung, die entweder an der Peripherie 1,0—1,5 mm vom Limbus corneae, oder mehr zentralwärts, 3,0—4,0 mm vom Limbus entfernt ausgeführt wurde, findet man diffuse parenchymatöse Trübung und eine ringförmige Infiltration. Im ersteren Falle liegt die infiltrierte Zone auf einem zum Limbus corneae konzentrischen, durch die Impfstelle gehenden Kreis; auch im zweiten Fall liegt sie fast an derselben Stelle, nur daß jetzt die Einstichstelle zentralwärts davon zu liegen kommt und geringere Beziehungen zu dem Ring erkennen läßt.

Außerdem findet man Irisreizung und reichliche Exsudatmassen in der Vorderkammer. Hypopyon tritt seltener auf, als bei Injektion mit lebenden Bakterien, während sonst der Verlauf fast derselbe ist und der Prozeß mit einem Leucoma endet.

2. Bei Injektion des Filtrates in den Glaskörper tritt ebenfalls eine Iridocyclitis auf, dazu kommt ein Glaskörperabszeß und Reizerscheinungen an der Iris, die etwa 5 Tage andauern und ein Pseudogliom im Glaskörper und hintere Synechien hinterlassen.

e) Vergleichende Beobachtungen über die Wirkung lebender Bakterien und der auf verschiedene Weise hergestellten Filtrate.

Herstellung des Materials: Die Hälfte einer 48stündigen Bouillonkultur (P. I oder P. II) wird filtriert, dann teils bei 60° C eine Stunde lang erhitzt, teils unbeeinflußt gelassen. Die andere Hälfte gelangt ohne Filtration zur Einspritzung in das Auge.

Bemerkung: Zu den vergleichenden Untersuchungen über die Wirkungen des auf verschiedene Weise hergestellten Materials wurden drei Kaninchen derselben Sorte gewählt.

Versuch 1. Die Wirkung des erhitzten Filtrates. (P. I.)

Kaninchen Nr. 218. 14. XI. 13.

R. Auge (Cornea) 0,05 ccm.

Wirkung nach 24 Stunden: Cornea diffus matt getrübt. Längsovale Infiltration mit einem zweiten Nebenring, der mehr tief zu liegen scheint.

Nach 48 Stunden: Fast gleich wie nach 24 Stunden. Die Trübung in der tieferen Schicht der Cornea etwas vermehrt.

Nach 1 Woche: Die ringförmige Infiltration etwas verkleinert. Der periphere Teil der Cornea fast normal. Neugebildete Gefäße. (Bakterienbefund im Conj.-Sekret negativ. S. path.-anatom. Abschnitt.)

Resultat: mäßig starke Reizerscheinung der Cornea mit ringförmiger Infiltration.

L. Auge (Glaskörper) 0,05 ccm.

Nach 24 Stunden: Iris gereizt, am Pupillarrand Exsudatmasse.

Nach 48 Stunden: Dasselbe. Beim Ophthalmoskopieren: Glaskörper diffus getrübt, Papille verschwommen.

Nach 1 Woche: Weißlicher Reflex in dem Glaskörper. Kein Exsudat in Pupille, keine Reizerscheinung. (S. path.-anatom. Abschnitt.)

Resultat: Iridocyclitis.

Versuch 2. Die Wirkung des nicht erhitzten Filtrates. (P. I.)

Kaninchen Nr. 219.

R. Auge (Cornea) 0,05 ccm.

Nach 24 Stunden: Cornea stark diffus getrübt. Eine deutliche, ziemlich breite, fast geschlossene ringförmige Infiltration, Pupillarexsudatmassen. Die Erscheinungen an der Cornea viel stärker als bei Kaninchen Nr. 218.

Nach 48 Stunden: Die oben erwähnten Cornealerscheinungen haben zugenommen. Nebenring in der tieferen Schicht nachweisbar.

Nach 1 Woche: Die zentralen Partien des Ringes stark getrübt. An der Impfstelle nekrotischer Zerfall. Die Peripherie der Cornea ganz klar. Neugebildete Gefäße im oberen Limbus. (Bakterienbefund im Conj.-Sekret negativ. S. path.-anatom. Abschnitt.)

Resultat: Starke Reizerscheinungen der Cornea, mit einer ausgeprägten Infiltrationszone.

L. Auge (Glaskörper) 0,05 ccm.

Nach 24 Stunden: Iris angeschwollen, teils diffuse, teils fadenförmige Trübung im Glaskörper. Papille nicht sichtbar.

Nach 48 Stunden: Dasselbe.

Nach 1 Woche: Keine Reizerscheinung der Iris, keine Reflexe im Glaskörper. (S. path.-anatom. Abschnitt.)

Resultat: Leichte Iriserscheinungen.

Versuch 3. Wirkung der lebenden Bazillen (ohne Filtration). (P. I.)

Kaninchen N. 220.

R. Auge (Cornea) 0,05 ccm.

Nach 24 Stunden: Cornea ganz stark diffus getrübt. Ein deutliches Infiltrat an der Impfstelle und ein offener Infiltrationsring. Hypopyon. Iris stark gereizt. Pupillarexsudatmasse.

Nach 48 Stunden: Die diffuse Cornealtrübung hat zugenommen. Die ringförmige Infiltration hat sich ganz geschlossen. Exsudatmasse in der Vorderkammer.

Nach 1 Woche: Die zentrale Partie des Infiltrationsringes ganz diffus getrübt. Impfstelle nekrotisch zerfallen. Neugebildete Gefäße am oberen Limbus. (Bakterienbefund negativ.)

Resultat: Starke Reizerscheinung mit Infiltrationsring. Hypopyon.

L. Auge (Glaskörper) 0,05 ccm.

Nach 24 Stunden: Iris stark angeschwollen, reichliche Exsudatmassen im Pupillargebiet.

Nach 48 Stunden: Dasselbe.

Nach 1 Woche: Hintere Synechie, gelblichweißer Reflex im Glaskörper.

Resultat: Iridocyclitis. Glaskörperabszeß.

Versuch 4. Wirkung des nicht erhitzten und des erhitzten Filtrates P. II in der Cornea.

Kaninchen Nr. 221.

R. Auge 0,1 ccm (Cornea) nicht erhitztes Filtrat.

Nach 24 Stunden: Cornea matt diffus getrübt, besonders stark an der Impfstelle. Eine deutliche sichelförmige Infiltrationszone entlang dem Limbus, die mit dem peripherischen Ende des Infiltrates an der Impfstelle in Verbindung steht. Iris gereizt.

Nach 48 Stunden: Cornea noch diffus getrübt. Die sichelförmige Infiltration weit fortgeschritten und bildet einen offenen Ring. An der Impfstelle starke Infiltration. Iris noch mäßig gereizt.

Nach 3 Tagen: Cornea etwas aufgeklärt. Ring etwas verkleinert. Die zentralen Partien des Ringes ganz matt getrübt.

L. Auge 0,1 ccm (Cornea) erhitztes Filtrat.

Nach 24 Stunden: An der Impfstelle deutliches Infiltrat, mit diffus matter Trübung. Keine ringförmige Infiltrationszone sichtbar. Iris gereizt.

Nach 48 Stunden: Cornealtrübung etwas abgenommen. Iris noch gereizt. Stichkanal deutlich infiltriert.

Nach 3 Tagen: Iris noch gereizt, die Infiltrationszone an der Impfstelle noch deutlich. Eine kleine sichelförmige Infiltrationszone im peripherischen Teil der Cornea sichtbar.

Resultat: Die Reizerscheinungen des rechten Auges sind stärker als die des linken Auges.

Versuch 5. Wirkung des nicht erhitzten und des erhitzten Filtrates, P. II, im Glaskörper.

Kaninchen Nr. 222.

R. Auge 0,1 ccm (Glaskörper) nicht erhitztes Filtrat.

Nach 24 Stunden: Pupillargebiet mit Exsudatmasse ganz bedeckt. Iris stark angeschwollen. Vorderkammerexsudat.

Nach 48 Stunden: Gleiches Bild wie nach 24 Stunden.

Nach 3 Tagen: Fast gleich. Die Exsudatmasse in der Vorderkammer hat abgenommen.

L. Auge 0,1 ccm (Glaskörper) erhitztes Filtrat.

Nach 24 Stunden: Iris gereizt. Am Pupillarrand zirkuläre Exsudatmassen.

Nach 48 Stunden: Iris noch gereizt. Keine Exsudatmasse am Pupillarrand.

Nach 3 Tagen: Iris nicht mehr gereizt.

Resultat: Das rechte Auge ist viel stärker gereizt als das linke.

Versuch 6. Wirkung der lebenden Bazillen P. I und ihres Filtrates (nicht erhitzt) in der Vorderkammer.

Kaninchen Nr. 223. 27. XI. 13.

R. Auge 0,05 ccm (Filtrat).

Nach 24 Stunden: Iris gereizt, am Pupillarrand eine zirkuläre Exsudatmasse.

Nach 3 Tagen: Iris nicht mehr gereizt. Eine feine Exsudatflocke in der Vorderkammer zu sehen.

Nach 5 Tagen: Ganz kleines Exsudat am Pupillarrand, sonst frei.

L. Auge 0,05 (lebende Bazillen).

Nach 24 Stunden: Iris stark gereizt. Pupille von der Exsudatmasse ganz bedeckt. In der Vorderkammer reichliches grauweißes Exsudat.



Nach 3 Tagen: Ganze Cornea getrübt, Iris noch stark gereizt. Pupille eng, mit Exsudat.

Nach 5 Tagen: Iris noch gereizt, eine fibrinöse Exsudatmasse dicht an der hinteren Fläche der Cornea zu sehen.

Resümee der Veränderungen des Auges bei Versuchen mit Filtrat aus lebenden Bakterien.

Aus den fünf ersten Versuchen (1, 2, 3, 4 und 5) ersehen wir, daß sich das erhitzte vom nicht erhitzten Filtrat in seiner Wirkung auf das Auge nur graduell zu unterscheiden scheint, und zwar in folgender Weise: An der Cornea erzeugen beide diffuse parenchymatöse Trübung mit Irisreizung und ein deutliches ringförmiges Infiltrat, wobei jedoch das nicht erhitzte Filtrat eine viel dichtere und breitere Infiltrationszone hervorruft, als das erhitzte.

Im Glaskörper verursacht das nicht erhitzte Filtrat (P. I 0,05 ccm) eine ziemlich starke Irisreizung mit Pupillarexsudat, während beim erhitzten Filtrat fast keine Reizerscheinungen auftreten.

2. Die Erscheinungen sind selbstverständlich nach Einspritzung mit lebenden Bakterien viel stärker als bei Anwendung des nicht erhitzten oder erhitzten Filtrates. Bei Injektion lebender Bazillen sieht man fast immer mehr oder weniger reichliches Vorderkammerexsudat oder Hypopyon, welch letzteres bei der Einspritzung von Filtrat nie vorhanden war.

3. Versuche mit Injektionen in die Vorderkammer (Versuch 6) wurden absichtlich nur deshalb wenig ausgeführt, weil schon durch Einführung von physiologischer Kochsalzlösung allein, d. h. ohne daß irgendeine toxische Substanz mit im Spiele war, öfters geringe Exsudatmassen in der Vorderkammer auftraten, ein Umstand, der die exakte Verwertung der erhaltenen pathologischen Veränderungen beeinträchtigen mußte. Doch war auch hierbei ein ziemlich eklatanter Unterschied zwischen den Erscheinungen nach Einspritzung lebender Bazillen (P. I 0,05 ccm) einerseits und deren Filtrat andererseits festzustellen. Im ersteren Falle findet man nämlich eine diffus parenchymatöse Cornealtrübung mit ausgeprägten Irisreizerscheinungen, während im letzteren nur ein geringer Reizzustand der Iris, jedoch keine Trübung der Cornea auftrat.

B. Pathologisch-anatomischer Abschnitt.

Kaninchen Nr. 224 A (r. Auge [Fig. 3]).

Bei den Schnitten, die aus dem obersten peripheren Teil der Hornhaut stammen, haben wir folgenden Befund: Das Epithel und die Bowmansche

Membran fehlen auf eine kurze Strecke hin, entsprechend der Impfstelle, im übrigen sind beide völlig intakt. Dicht an der Impfstelle, und zwar in den vorderen Partien des Parenchyms findet sich, durch die Injektion hervorgerufen, eine eitrige Zerstörung der Lamellen und eine Anhäufung von Lymphocyten, Leukocyten und deren körnige Zerfallmassen. Die Infiltration nimmt nach den tieferen Schichten zu allmählich ab. Das Parenchym ist an der fraglichen Stelle aufgelockert und gequollen. Auch nach der Peripherie hin nimmt die Infiltration allmählich ab; am Limbus sind die Gefäße erweitert und es besteht neben der Infiltration eine Blutung. Die vordere Kammer ist von normaler Tiefe und mit Fibrinmassen angefüllt. Der Kammerwinkel ist durch die Anhäufung der Leukocyten ganz verstopft. Um den Schlemmschen Kanal herum findet sich ein kleiner Infiltrationsherd, der direkt vor der Descemetschen Membran als eine schmale Zone zentralwärts läuft und nach einer kurzen Strecke aufhört (f).

Iris und Ciliarkörper sind mäßig stark infiltriert. Die vordere Fläche der Iris ist von fibrinösem Exsudat und von Leukocyten bedeckt. Im vorderen Abschnitt der Chorioidea sind die Gefäße stark dilatiert; sonst finden sich hier keine Besonderheiten. Auch die Retina und der Sehnerv zeigen nichts Besonderes. Die Linse ist intakt. An Präparaten, bei denen der Schnitt durch den mittleren Teil der Hornhaut, und zwar durch den Infiltrationsring geführt wurde, ist der folgende Befund vorhanden: Der von der Impfstelle ausgehende Abszeß erscheint etwas tiefer, breitet sich nach der Peripherie zu weiter aus, als bei dem oben erwähnten ersten Präparate. Nasal- und temporalwärts von der Impfstelle findet sich je ein Infiltrationsgebiet, entsprechend einer ringförmigen Infiltration. Das eine, das nasalwärts liegt, zeigt eine viel stärkere Anhäufung von Leukocyten und Lymphocyten, als das temporalwärts gelegene. Das Parenchym ist an dieser Stelle derber und aufgelockert. Das Epithel ist gut erhalten. Die Infiltration erstreckt sich hauptsächlich in zwei Zonen, die eine liegt in den vorderen Parenchymschichten (vordere Zone a), die andere in den tiefen Schichten (hintere Zone b). Die beiden Zonen fließen an der Peripherie zusammen und ziehen sich zum Limbus hin, im Zentrum legt sich die vordere Infiltrationszone dem vorderen Teil der Impfstelle an, die hintere Zone dem hinteren Teil. Außerhalb dieser zwei Hauptzonen ist das ganze Parenchym diffus infiltriert. In einigen Präparaten sieht man auch noch ein kleines, besonders starkes Infiltrat (c).

Temporalwärts (e) erscheint das Infiltrat mehr diffus, doch ist es auch hier nicht schwer, die vordere und hintere Zone voneinander zu unterscheiden. Etwas mehr nach der Peripherie, und direkt unter der Epithelschicht findet sich ein kleiner oberflächlicher Eiterherd (d).

Die Partien zwischen den beiden Infiltrationszonen einerseits und der Impfstelle andererseits sind ein wenig nekrotisch.

Kaninchen Nr. 219 (r. Auge). (Fig. 5.)

An der Impfstelle liegt ein Eiterherd mit starker Infiltration. Die Epithelien in diesem Gebiete sind gänzlich zerstört und nur noch in der Peripherie erhalten, wo infolge der Auflockerung des Gewebes eine wellige Biegung (oder kleine Falte) verursacht wird. Die diffuse Infiltration ist an dieser Stelle am stärksten. Peripher von der Impfstelle finden sich zwei Hauptinfiltrationsgebiete (b und d) sowie ein Nebeninfiltrationsgebiet (c), entsprechend einem Hauptinfiltrationsring und einem Nebenring.

Nasalwärts lassen sich im Infiltrationsgebiete eine vordere und eine hintere Zone unterscheiden, temporal ist das Infiltrat mehr nach vorne gelagert und eine Trennung der beiden Zonen ist schwerer. Peripher von diesem Infiltrationsgebiete und weiter nach hinten liegt ein Nebenherd der Infiltration. Die vordere und hintere Zone des Infiltrationsgebietes gehen diffus in den Infiltrationsherd der Impfstelle über, während nach der Peripherie beide sich vereinigen und in der tieferen Schicht im Limbus verschwinden.

Die beiden temporalen Herde gehen gleichfalls zentralwärts zur Impfstelle und nach der Peripherie zu in den Limbus diffus über. Die von diesen Infiltrationsherden eingeschlossenen Teile des Parenchyms sind nekrotisch.

An beiden Limbus corneae finden sich zahlreiche neugebildete Gefäße.

Die Descemetsche Membran ist gut ausgebildet, etwas wellig gebogen. Direkt an der Impfstelle ist die Endothelschicht von der Descemetschen Membran abgehoben und dazwischen liegen Lymphocyten (in anderen Präparaten sieht man an dieser Stelle gewucherte Endothelien e).

Die Iris und der Ciliarkörper sind nur wenig infiltriert. Die Vorderkammer enthält ein wenig Fibrinmasse und Leukocyten. Eine Präcipitatbildung ist nicht nachweisbar.

Kaninchen Nr. 218 (r. Auge). (Fig. 6 u. 7.)

Die Epithelschicht ist gut erhalten, allerdings durch die Verdickung des Gewebes etwas wellig gebogen. Es finden sich zwei Infiltrationsherde (b und c), deren einer nasal und der andere temporal vom Zentrum der Hornhaut liegt. Nasal liegt das Infiltrat hauptsächlich in der vorderen und mittleren Schicht des Parenchyms, temporal vor allem in den vorderen Schichten. Die hintere, tiefere Schicht des Parenchyms ist in beiden Zonen frei von Infiltraten. Das von den beiden Zonen umschlossene Parenchym ist nekrotisch. Die Descemetsche Membran und das Endothel sind normal, die Iris ein wenig infiltriert. An der vorderen Fläche der Iris, und zwar in der Nähe des Kammerwinkels findet sich eine Vorwölbung der gewucherten Endothelzellen (Fig. 6a und 7). Die Gefäße im vorderen Teil der Chorioidea sind dilatiert, die Retina zeigt keine Veränderungen.

Kaninchen Nr. 218 (l. Auge).

Die Cornea ist normal, nur in einigen Schnitten findet sich eine Narbenbildung, ausgehend von der Punktionsstelle, wo die Descemetsche Membran durchbrochen ist und die gewucherten Endothelzellen eine Verwachsung mit der vorderen Fläche der Iris verursacht haben. Die Iris ist an dieser Verwachsungsstelle stark aufgelockert und zum Teil atrophisch geworden. Iris und Ciliarkörper sind nach vorn gedrückt. Die Kammer zeigt normale Verhältnisse. An der vorderen Fläche der Linse finden sich die Reste einer Verwachsung mit der Pigmentschicht. Der Glaskörperraum bzw. der zwischen der hinteren Fläche der Linse und der Sehnerveneintrittsstelle gelegene Raum ist ausgefüllt von einem Abszeß. Direkt am hinteren Pol der Linse findet man eine Schwartenbildung, zerfallenen Linsenfasern entsprechend. In der Nähe der Papille sind die zentralen Gefäße erweitert, es bestehen Blutextravasate und Leukocytenemigration. Die ganze Netzhaut ist von ihrer Unterlage durch die Blutung abgehoben und bildet an der Ansatzstelle an der Papille Falten. In der Nervenfaserschicht sind viele blasig aufgequollene Ganglienzellen und Pigmentzellen sichtbar. Die Gefäße der Chorioidea sind stark dilatiert und ein Teil der Chorioidea in der Nähe der Sehnerveneintrittsstelle ist durch Rundzellen infiltriert.

Kaninchen Nr. 242 (l. Auge).

An der Impfstelle findet sich ein tiefer, teilweise schon vernarbter Substanzverlust, der nach oben ganz scharf abgegrenzt ist, nach unten zu dagegen allmähliche Übergänge zeigt. Die Infiltration an dieser Stelle ist ganz diffus, aber unmittelbar am Wundrand nach unten am stärksten. Gegenüber der Impfstelle, und zwar im peripheren Teil der Cornea (unten) besteht ein zweites Infiltrationsgebiet mit neugebildeten Gefäßen, das hauptsächlich in der vorderen und mittleren Schicht lokalisiert ist. Die zentralen Partien dieser zwei Infiltrationsgebiete sind diffus infiltriert und zum Teil nekrotisch. Die Descemetsche Membran ist ein wenig wellig gebogen. Die Endothelzellen hinter dem zweiten Infiltrationsgebiete sind stark gewuchert und haben Pigmentkörnchen und Blutkörperchen in sich aufgenommen.

In einigen Schnitten findet man die beiden Wundränder der Perforationsstelle ziemlich scharf abgegrenzt und die Lücke zwischen beiden ausgefüllt von gewucherten Bindegewebszellen und Endothelzellen.

Kaninchen Nr. 242 (r. Auge).

Die Cornea ist normal. Die Vorderkammer ist etwas tiefer als gewöhnlich, die Kammerwinkel sind offen. Iris und Ciliarfortsätze sind nach vorn gedrückt. Das Irisstroma ist im ganzen schwach gefärbt (atrophisch). Der Ciliarkörper ist ganz dünn und schmal. Die Ciliarfortsätze sind gefaltet, nach vorn gedrückt und

dadurch ist der enge Raum zwischen der hinteren Fläche der Iris und der Äquatorialgegend der Linse ausgefüllt. Ein Teil des Ciliarkörpers wird durch die Schwartenbildung nach hinten zum Glaskörper gezogen. Die hintere Fläche der Linse ist durch das Granulationsgewebe des Glaskörpers zerstört, auch in der Äquatorialgegend derselben findet man gewucherte Epithelien. Der ganze Glaskörper ist erfüllt von einer dicken Schwarte und infiltrierter Granulationsmasse. Die Retina ist fast völlig abgelöst und degeneriert und bildet einen dicken, bindegewebigen Strang; nur an der Eintrittsstelle des Sehnerven ist sie noch erhalten. Hier und da finden sich zwischen der abgelösten Retina und der Pigmentschicht Cysten, welche Fibrin enthalten. Die Chorioidea ist von Rundzellen diffus infiltriert. Glasmembran und Pigmentschicht sind im ganzen gut erhalten. Nur an einer Stelle der Chorioidea ist der Infiltrationsherd nach innen zu durchgebrochen und dort fehlt die Pigmentschicht auf eine kleine Strecke hin. In den Zellen erscheinen zahlreiche Mitosen. Der Suprachorioidealraum ist erweitert, der Sehnerv ist ein wenig infiltriert.

Kaninchen Nr. 208 (r. Auge). (Fig. 8.)

Die beiden Ränder der Perforationsstelle sind gegeneinander scharf abgesetzt. Einer von ihnen (temporale Seite a), klafft nach außen und die Epithelien sind hier völlig zerstört. Das ganze Parenchym an dieser Stelle ist durch die aufgequollenen Lamellen stark verdickt. Die Infiltration ist in der vorderen und mittleren Schicht am stärksten, während sie in der hinteren Schicht relativ gering ist. Der gegenüberliegende Rand (nasale Seite b) ist gleichfalls durch die diffuse Infiltration etwas verdickt. Die Epithelien reichen bis tief in den Rand hinein. Zwischen den beiden Rändern liegt Granulationsgewebe, hauptsächlich aus gewucherten Endothelien der Descemetschen Membran (c, d) und neugebildetem Bindegewebe bestehend, sowie ein organisierter Eiterpfropf. An ihrem oberen Teil sieht man Reste der abgerissenen Descemetschen Membran (e).

Die Descemetsche Membran ist an der Perforationsstelle durchbrochen und ihr Ende am Granulationsgewebe entlang nach vorn geschoben (f). Im übrigen befindet sich die Membran in ihrer normalen Lage, ist aber stark gekrümmt und gefaltet.

Die Iris ist stark aufgequollen und atrophisch. An der Perforationsstelle ist der Pupillarrand der Iris mit der gewucherten Endothelschicht verwachsen und infolgedessen nach vorn gezogen.

Kaninchen Nr. 199 (r. Auge). (Fig. 9.)

Der zentrale Teil der Hornhaut ist durch die starke diffuse Infiltration und durch die zahlreichen neugebildeten Gefäße enorm verdickt. Nach der Peripherie zu wird die Hornhaut allmählich dünn und geht schließlich in ihre normale Dicke

über. Die Infiltrationszone in der Peripherie liegt meist in der Mittelschicht des Parenchyms und geht zentral in die vordere und mittlere Zone derselben über. In der Nähe der Kammerwinkel und direkt vor der Descemetschen Membran findet sich eine schmale Zone der Infiltration.

Wenn man die diffuse Infiltration noch genauer betrachtet, sieht man zwei besonders stark infiltrierte Zonen in der vorderen und mittleren Schicht und eine ausgedehnte Narbenbildung (a) direkt unter der eingezogenen Epithelschicht, entsprechend der alten Perforationsstelle.

Die Descemetsche Membran ist an zwei Stellen (b, c) durchbrochen, wo die gewucherten Endothelzellen (d) nachweisbar sind. Die Iris hat eine vordere Synechie an der Stelle der Perforation. Dort findet man auch Reste der abgerissenen Descemetschen Membran (e) und gewucherte Endothelzellen (f).

Kaninchen Nr. 199 (l. Auge). (Fig. 4.)

In den vom Infiltrationsring umschlossenen Teilen und besonders im Infiltrationsring selber ist die Hornhaut enorm verdickt. Die Epithelschicht ist ganz gut erhalten, aber gerade an dem Infiltrationsring etwas verschmälert. An der Infiltrationsstelle der temporalen Seite (b) sieht man, daß die vordere und hintere Schicht am stärksten, die mittlere Schicht dagegen etwas weniger infiltriert ist. Besonders merkwürdig ist die Stelle, gerade vor der Descemetschen Membran, wo die Lamellen durch die zirkumskripte Infiltration nach vorn gedrückt worden sind (a). In einigen Präparaten findet sich gerade an dieser Stelle eine zirkumskripte Anhäufung von Lymphocyten an der hinteren Fläche der Cornea.

Die vordere und hintere Infiltrationszone vereinigen sich in der Peripherie und enden beide im Limbus. An der Infiltrationsstelle der nasalen Seite (c) ist die Infiltration zwar mehr diffus, aber dennoch lassen sich deutlich eine vordere und eine hintere Zone unterscheiden, die beide nach der Peripherie diffus ineinandergehen. Die von den beiden Infiltrationszonen eingeschlossenen Partien sind nur diffus infiltriert und zeigen keine Nekrose. Bei den Schnitten durch die beiden Enden der Infiltrationsringe liegt die Infiltrationszone hauptsächlich in der vorderen und mittleren Schicht. Die hintere Schicht bleibt davon verschont.

Kaninchen Nr. 211 (r. Auge).

Cornea normal, keine Trübung. Vorderkammer etwas seicht und mit Exsudatmassen gefüllt. Nur an vereinzelten Stellen finden sich auf der hinteren Fläche der Cornea Leukocyten. Die Kammerwinkel sind offen, keine Wanderzellen nachweisbar. Die Iris ist etwas atrophisch und ein Teil der Pigmentschicht ist der vorderen Kapsel der Linse angeheftet. Die Ciliarfortsätze sind nach vorn gedrückt und daher ist keine hintere Kammer vorhanden. Der Ciliarkörper ist auch verschmälert und etwas infiltriert. Der Glaskörperraum ist durch die totale

Netzhautablösung verengt und fast der ganze Raum ist von Schwarten durchsetzt. Die ganze hintere Fläche der Linse ist mit Granulationsgewebe, mit Fibrin und mit ganz zerstörten Netzhautelementen bedeckt. Entsprechend dieser Veränderung des Glaskörpers findet sich eine kataraktöse Veränderung der Linse: zerfallene Linsenfasern und Vakuolenbildung.

Die Retina ist total abgelöst und zeigt nur an ihren Ansatzstellen an der Ora serrata und dem Sehnerveneintritt etwas von ihrer normalen Struktur. Sonst ist sie völlig degeneriert und bildet einen Bindegewebsstrang, in dem viele Mitosen zu sehen sind. Die innere Fläche der Retina geht direkt in das Granulationsgewebe oder in die fibrinöse Membran über. Die Chorioidea ist diffus infiltriert. Pigmentschicht und Glasmembran sind gut erhalten, außer an einer kleinen Strecke, wo infolge der starken Infiltration ein Stück der Pigmentschicht fehlt. Der Suprachorioidealraum ist erweitert. Die tiefe Schicht der Sclera ist streckenweise infiltriert. Der Sehnervenkopf ist nach innen gezogen und mit der Schwarte verwachsen.

Kaninchen Nr. 198 (r. Auge). (Fig. 10.)

Etwa das obere Drittel der Hornhaut wird von einer Ektasie (a) eingenommen, die aus Granulationsgewebe an den beiden Perforationsrändern und aus einem Fibrinpfropf besteht. Dieses Granulationsgewebe wird in erster Linie von der gewucherten Endothelschicht, sowie von den neugebildeten Bindegewebsfasern der Wundränder gebildet. Die Epithelien fehlen an dieser Stelle gänzlich. Hier und da finden sich aufliegende Reste der durchbrochenen Descemetschen Membran (b). Das Cornealparenchym ist an den Wundrändern (c, d) verdickt und stark infiltriert, direkt unter den Epithelien liegt eine Narbenschicht. Die Epithelschicht bildet an dieser Stelle kleine Fortsätze (e). Die Infiltration der Cornea ist vorzugsweise in den vorderen und mittleren Schichten lokalisiert. Die beiden Infiltrationszonen vereinigen sich an der Peripherie und enden im Limbus. Die Descemetsche Membran ist an denjenigen Stellen, wo die Perforation entstanden war, und die Endothelien gewuchert sind (f), abgerissen (g). Die Vorderfläche der Iris ist verwachsen mit der Descemetschen Membran und steht im Pupillargebiet in direktem Kontakt mit der gewucherten Endothelschicht. Die Iris ist an dieser Stelle atrophisch. Die vordere Linsenkapsel ist an der Perforationsstelle gewuchert.

Kaninchen Nr. 241 (r. Auge).

Die Cornea zeigt keine Veränderung, die Vorderkammer ist von normaler Tiefe und durch Fibrinmassen und vereinzelte Leukocyten angefüllt. Die Kammerwinkel sind offen. Die Iris ein wenig atrophisch. Die Ciliarfortsätze nach vorn gedrückt. Ciliarkörper atrophisch. Chorioidea diffus infiltriert, ihre Gefäße dilatiert. Die Retina ist stark degeneriert und in einen Strang umgewandelt. Nur an der

Ansatzstelle an der Ora serrata ist sie ziemlich unverändert geblieben und bildet dort Falten. In ihrem vorderen Teil ist die Linse normal, während der hintere Teil zerfallen ist. Die ganze Hinterfläche der Linse wird von einem ausgedehnten Abszeß und von Schwartenbildungen bedeckt. Im übrigen ist der Glaskörper von Fibrinmassen und von Leukocyten ausgefüllt. Am Sehnervenkopf ist ein starkes Infiltrat von Leukocyten und ein Teil der abgelösten Netzhaut zu sehen.

Kaninchen Nr. 241 (l. Auge).

Der zentrale Teil der Cornea ist stark verdickt; die vordere Hälfte besteht aus neugebildeten Bindegewebsfasern, die in noch wenig diffus infiltrierte Lamellen übergehen. Es finden sich dort viele neugebildete Gefäße. Das Epithel ist an dieser Stelle unregelmäßig angeordnet und bildet einige Einsenkungen in das Parenchym. Die Descemetsche Membran ist teilweise zerstört. Die Endothelzellen sind stark gewuchert und auf ihnen sieht man Pigmentklümpchen, welche aus dem Retinalpigment der ehemals vorhandenen vorderen Synechien herrühren.

Kaninchen Nr. 219 (l. Auge).

Die Cornea zeigt keine Veränderung; an ihrer hinteren Fläche wird eine Anhäufung von Leukocyten sichtbar. Die Vorderkammer ist normal tief und von Fibrin, sowie einigen Leukocyten angefüllt. Die Kammerwinkel sind offen, und es haben sich Leukocyten in ihnen angesammelt. Die Iris ist mäßig infiltriert, der Ciliarkörper verschmälert. Die Ciliarfortsätze sind nach vorn gedrückt und mit fibrinösen Exsudatmassen bedeckt. In der Mitte des Glaskörpers findet sich eine schmale abszedierende Zone. An der Peripherie findet sich reichlich Exsudat, hauptsächlich aus Leukocyten und roten Blutkörperchen bestehend. Die Retina und Chorioidea zeigen fast die gleichen Veränderungen wie im linken Auge des Kaninchens Nr. 218. Der Suprachorioidealraum ist erweitert, die Linse intakt.

Kaninchen Nr. 195 (r. Auge). (Fig. 11.)

Zum Demonstrationszwecke wurde in die Cornea beider Augen 0,1 ccm der lebenden Kultur eingespritzt. Das linke Auge zeigte nach 24 Stunden eine deutliche, fast ringförmig geschlossene Infiltration, parallel zum Limbus, während im rechten Auge erst nach drei Tagen der Infiltrationsring ganz geschlossen war. Nach fast gleichem Verlauf der Erscheinungen wie an den anderen Tieren sind die beiden Augen perforiert, und es bildet sich eine Narbe. Das rechte Auge zeigt nach einem Monat eine ausgedehnte ovale Narbe in der Cornea, etwas oberhalb der Mitte. In der Mitte zeigt noch eine verdünnte Stelle die ehemaligen

Perforationen an. Neugebildete Gefäße ziehen reichlich vom Limbus zu dieser Narbe hin. Das linke Auge zeigt eine leichte Trübung in der Mitte der Cornea und gleichfalls eine verdünnte Stelle innerhalb der Narbe. Das rechte Auge wurde zur mikroskopischen Untersuchung enukleiert. — (Mikroskop. Befund): An der Impfstelle sieht man Granulationsgewebe (a), das aus neugebildeten Bindegewebsfasern des Parenchyms und Endothelzellen hervorgegangen ist. In diesem Granulationsgewebe findet sich außerdem noch ein zirkumskripter Infiltrationsherd (b). An der Stelle der alten Wundränder findet sich das regenerierte Epithel (c, e) und darunterliegendes Narbengewebe (d). An dieser Übergangsstelle der alten Wundränder in das Granulationsgewebe ist das Parenchym stark verdickt. Die Infiltration ist an dieser Stelle in der mittleren und hinteren Schicht viel stärker und geht in den zweiten Infiltrationsherd in der Peripherie über, welcher an der, dem alten Infiltrationsring entsprechenden Stelle liegt. In den Partien, welche zwischen den beiden Infiltrationszonen liegen, ist die Kernfärbung ganz schwach oder fehlt gänzlich, das ganze Gewebe ist hochgradig nekrotisch. Die Descemetsche Membran hat sich nur in den peripheren Teilen der Cornea erhalten und die Reste davon liegen an der hinteren Fläche des Granulationsgewebes, direkt vor der Pupille. Die Endothelzellen sind gewuchert und nach der alten Perforationsstelle zu verbreitet (f). Die Iris ist atrophisch und mit der Cornea verwachsen.

Kaninchen Nr. 105 (l. Auge).

0,1 ccm des P. I-Stammes.

48 Stunden alte, bei 22° C gezogene Bouillonkultur wird in das Cornealparenchym eingespritzt. Nach zwei Tagen zeigte die Cornea einen vollständig geschlossenen Infiltrationsring, in 1,5 mm Abstand parallel zum Limbus corneae verlaufend. Sonst fand sich ein Infiltrat an der Impfstelle, das nach der Mitte der Cornea und nach der Tiefe zu sich verbreitet. Der Bulbus wurde gleich enukleiert. (Die Cornea ist abgetragen, in Paraffin eingebettet und zum Bakteriennachweis nach Nicoll in Thionin gefärbt.) — Mikroskop. Befund: In der mittleren Schicht der Cornea, entsprechend dem Infiltrat der Impfstelle, findet sich ein von Lymphocyten und Leukocyten eingeschlossener Eiterungsherd, in welchem zertrümmertes Parenchymgewebe, Leukocyten und dazwischen massenhaft Bakterien liegen, die neben der gewöhnlichen Form derselben einen Faden bilden. Von dieser Stelle bis zur Infiltrationszone des Ringes ist die Cornea aufgelockert und das Gewebe (hauptsächlich vordere und mittlere Parenchymschicht) nekrotisch. Die Bakterien finden sich massenhaft nur im Eiterungsherd, sonst sind sie nirgends nachweisbar.

Zusammenfassung.

a) Zusammenfassung der klinischen Bilder.

I. Veränderungen der Cornea.

Je nach der Art der eingespritzten Substanzen sind die Veränderungen und ihr Verlauf natürlich etwas verschieden. Am stärksten wirken die lebenden Bakterien selber, alsdann schon weniger stark das Filtrat der abgetöteten Kulturen, sowie das Filtrat von lebenden Kulturen, noch weniger wirksam ist das erhitzte Filtrat. Im großen und ganzen sind aber die hauptsächlichen Veränderungen der Cornea immer fast die gleichen. Schon 6 Stunden nach der Einspritzung ist die Conjunctiva stark gereizt, noch stärker zeigt sich die Reizung nach 24 Stunden. Die Cornea wird in ihrer ganzen Ausdehnung von der Impfstelle ausgehend diffus matt getrübt. Die Impfstelle selber ist stark infiltriert. Bei der Injektion lebender Bakterien sieht man öfters eine große Infiltration von der Impfstelle aus in die tiefen Schichten der zentralen Cornea verlaufen. Von der Impfstelle ausgehend sieht man eine grauweiße, ringförmige, 1 bis 2 mm breite, etwas erhabene, dem Limbus parallel verlaufende Infiltrationszone. Diese Zone liegt 1,5 bis 3,0 mm vom Limbus entfernt. Der Ring dieser Infiltrationszonen ist schon nach 24 Stunden manchmal geschlossen, manchmal noch ganz offen.

An der Impfstelle ist der Infiltrationsring am breitesten und dichtesten. Je weiter von dem Einstich, desto mehr verschmälert er sich. Zuweilen tritt eine Infiltration (ein Teil des Ringes) an dem der Injektionsstelle gegenüberliegenden peripheren Teile auf. Nicht selten ist der Ring von einem Nebenring begleitet, der einwärts davon liegt, in einer tieferen Schicht.

Die diffuse Trübung der Cornea ist an der Impfstelle, und zwar am Limbus oder außerhalb des Infiltrationsringes am stärksten. Während der Ring nach der Peripherie zu ziemlich scharf abgegrenzt ist, sind seine Grenzen nach dem zentralen Teile hin durch die kleinen Nebenringe etwas verwischt. In der Vorderkammer finden sich Exsudatmassen oder ein Hypopyon (nur bei Injektion lebender Bazillen); letzteres pflegt nach 2 bis 3 Tagen spätestens wieder verschwunden zu sein. Die Iris ist stark gereizt, am Pupillarrand oder in der Vorderkammer findet sich fibrinöses Exsudat. Nach 48 Stunden nehmen alle Erscheinungen an der Cornea und der Iris zu. Die Infiltration wird deutlicher und ausgedehnter und bildet meistens einen vollständig geschlossenen Ring.

Nach etwa 3 Tagen wird die diffuse matte Trübung der Cornea im zentralen Teil deutlicher und die des peripheren Teiles der Infiltrationszone dagegen schwächer. Der Infiltrationsring nimmt an Breite und Dicke zu. Nach 5 bis 7 Tagen beginnt meistens der nekrotische Zerfall des Gewebes an der Impfstelle. Der von dem Infiltrationsring umschlossene zentrale Teil ist dicht getrübt, so daß die Iriszeichnung nicht mehr deutlich zu sehen ist. Zuweilen treten in der Infiltrationszone oberflächliche kleine isolierte Eiterherde auf.

Wenn der Zerfall des Gewebes an der Impfstelle sehr stark ist, sieht man eine dunkle Färbung der verwachsenen Irisvorderfläche. (Bei Injektion von erhitztem Filtrat tritt keine Perforation auf.) Von dem Limbus gehen die neugebildeten Gefäße in diese Partien hinein. Etwa 10 Tage später wird der zentrale Teil auch nekrotisch. Die Ulzeration der Impfstelle schreitet in die tiefere Schicht hinein fort und verursacht die Perforation. Die Wundränder des Geschwüres sind ganz scharf gegen die Umgebung abgesetzt und an dieser Stelle ist eine deutliche vordere Synechie der Iris nachzuweisen. Nach 2 bis 3 Wochen ist die Perforationsstelle vernarbt; ein Teil der Granulationsmassen bildet eine Ektasie (oder ein partielles Staphylom) mit Irisverwachsung. Der periphere Teil der Infiltrationszone ist durch neugebildete Gefäße vom Limbus her aufgehellt und keine Trübung mehr sichtbar, während der zentrale Teil fast diffus nekrotisiert und der Ring daher nicht mehr deutlich erkennbar ist. Schließlich bildet sich nach einem Monat an diesem zentralen Teil ein Leukom oder eine zirkumskripte Narbe mit Irisverwachsung.

II. Die Veränderungen des Glaskörpers.

Nach 24 Stunden ist die Iris gereizt, Exsudatmassen lagern am Pupillarrand und in der Vorderkammer. Die iridocyclitische Erscheinung dauert 7 Tage lang (bei Injektion von Filtraten dauert sie nur 2 bis 3 Tage lang) und allmählich nimmt sie unter Hinterlassung einer hinteren Synechie ab. In dieser Zeit findet man auch den grauweißlichen Reflex wie beim Glaskörperabszeß. In 2 bis 3 Wochen (nur bei lebenden Bazillen) finden sich Pseudogliombildung, hintere Synechien der Iris und das Auge verfällt der Phthisis bulbi. Nach der Einspritzung in den Glaskörper tritt keine besondere Veränderung an der Cornea auf.

b) Zusammenfassung der mikroskopischen Bilder.

I. 24 Stunden nach der Injektion in die Cornea wurde ein Eiterherd an der Impfstelle und Infiltrationsherde an der Peripherie, entsprechend der ringförmigen Infiltration, beobachtet. An dieser Infiltration

in der Peripherie sind bei den meisten Fällen eine vordere und hintere (zuweilen vordere und mittlere) Zone zu unterscheiden, die beide in der Peripherie zusammenlaufen und, die mittlere Schicht durchsetzend, am Limbus endigen. Im zentralen Teil hingegen gehen die beiden Zonen diffus ineinander über. Das Epithel und die Bowmansche Membran am zentralen Teil der Cornea sind vielfach gebogen, an der Impfstelle fehlen beide. Die von dem Ring umschlossenen Partien sind stark verdickt und gelockert, teilweise nekrotisch. Iris und Ciliarkörper sind stark infiltriert. Die Vorderkammer ist von Leukocyten und Fibrinmassen erfüllt. Nach 7 bis 12 Tagen fängt der Eiterherd an der Impfstelle zu perforieren an, seine Umgebung ist in manchen Fällen ziemlich stark infiltriert, der Infiltrationsring ist verstärkt und die zentralen Partien sind diffus infiltriert, zum Teil nekrotisch. Die direkt vor der Descemetschen Membran gelegene Schicht ist gleichfalls stark infiltriert, verfällt aber nicht der Nekrose. Entsprechend dem tiefen zerfallenen Teil der Impfstelle ist die Endothelschicht durch eine zirkumskripte Leukocytenanhäufung streckenweise von der Descemetschen Membran abgelöst, in anderen Fällen ist sie selber stark gewuchert, mit oder ohne Pigmentablagerungen. In einem Fall fand sich eine Wucherung der Endothelien an der Vorderfläche der Iris, in der Nähe der Kammerwinkel.

Am Limbus sind viele neugebildete Gefäße. In 2 Wochen bis 1 Monat sind die Wundränder an der Perforationsstelle durch ein Granulationsgewebe, das aus neugebildeten Bindegewebszellen des Parenchyms, aus gewucherten Endothelien und wenig fibrinöser Masse besteht, verstopft. An dieser Stelle besteht eine totale oder partielle vordere Synechie der Iris. Das neugebildete Granulationsgewebe ist durch den Innendruck vorgewölbt und bildet ein partielles Staphylom. Die Descemetsche Membran ist meistens abgerissen und Reste davon durch gewucherte Endothelien an die Oberfläche der Granulationsgewebe geschoben. In der Nähe des Granulationsgewebes wandelt sich die obere Schicht des Parenchyms in unregelmäßig angeordnete, dichte Bindegewebszüge um. Die tiefere Schicht des Narbengewebes ist nekrotisch. Das Epithel der vernarbten Perforationsstelle fehlt noch völlig oder ist in der Peripherie teilweise neugebildet und bildet eine Einsenkung.

II. Im **Glaskörper** erzeugt die Injektion lebender Bazillen eine schwere Iridochorioiditis, Abszesse und Schwartenbildung, eine Degeneration der Retina (zuweilen mit Cystenbildung), Katarakt (meistens im hinteren Abschnitt) und nach einem Monat schließlich schrumpft der Bulbus etwas zusammen.

Mit dem Filtrat treten nur Iridocyclitis mit leichter Abszeß- und Schwartenbildung (häufig mit Retinalveränderung) ein; Panophthalmie und Phthisis bulbi treten dabei niemals ein. —

III. Die in die **Cornea** eingespritzten Bakterien sind nur in der Nähe der injizierten Stelle nachweisbar. Ihre weitere Verbreitung wird durch eine sie alsbald einhüllende Leukocytenanhäufung verhindert.

Über den sogenannten Ringabszeß der Hornhaut, insbesondere beim Kaninchen.

Die merkwürdigen Veränderungen, die wir fast ausnahmslos in der Cornea des Kaninchens auftreten sehen, in allen Fällen, in denen wir Prodigiosus injizierten, stimmen sowohl in ihrem klinischen Verlauf, wie in ihrem mikroskopischen Bilde im großen und ganzen mit dem Krankheitsbilde des Ringabszesses überein, das klinisch schon längst von mehreren Autoren beobachtet und pathologisch-anatomisch zuerst von Fuchs (4) beschrieben wurde. Nach genauen klinischen und anatomischen Untersuchungen an neun Fällen dieser ganz seltenen Erkrankung faßt Fuchs seine Ergebnisse folgendermaßen zusammen: „Die Hornhaut ist in ihrer Peripherie ringförmig eitrig infiltriert; die von diesem Ringe eingeschlossenen tieferen Hornhautschichten sind nekrotisch. Die Eiterung hat sich in die tieferen Teile des Auges ausgebreitet und zur Panophthalmitis geführt. Im eitrigen Exsudate des Augeninnern finden sich Bakterien in großer Menge." Beim Vergleich von Fällen von Ringabszeß beim Menschen mit den von uns am Kaninchen hervorgerufenen finden wir einige Abweichungen im Krankheitsbilde, auf die wir hier noch näher eingehen wollen.

I. Die erste Verschiedenheit liegt im Verhalten der Wunde: bei all unseren Fällen sind die Wundränder mehr oder weniger eitrig infiltriert, und die Infiltration schreitet zuweilen auch in die tieferen Schichten fort, niemals aber auf der Oberfläche der Hornhaut. Schließlich entsteht ein Substanzverlust an der Oberfläche und im weiteren Verlauf eine ganz scharf abgegrenzte Perforation des Gewebes. Im mikroskopischen Bilde zeigt sich dieser Eiterherd im Parenchym immer ganz scharf abgegrenzt, inmitten der am stärksten infiltrierten Stelle des Ringes. Dieses klinische und mikroskopische Bild weicht von dem bei menschlichen Fällen gewonnenen erheblich ab. Es hängt das mit der verschiedenen Einführungsart der Bakterien und ihrer Menge zusammen.

II. Dieser Infiltrationsring ist scharf zu trennen von dem Einwanderungsring Lebers (8), der die Wunde immer zum Mittel-

punkt haben soll. Nach besonderen Versuchen (bei Kaninchen Nr. 200 und 202) darüber, ob dieser Ring die Impfstelle tatsächlich immer in seiner Mitte umschließt, oder ob er ganz unabhängig davon ist, schließen wir uns der Ansicht von Treacher Collins (3) an, daß die Lage des Ringes ganz unabhängig von der Wunde ist. Natürlich ist es klar, daß bei der Einspritzung an der Peripherie, 1 bis 2 mm vom Limbus entfernt, die Infiltration an der Impfstelle mit dem Ringe in Zusammenhang steht, doch kommt zuweilen ein Infiltrationsring auch an der Peripherie direkt gegenüber der Impfstelle zustande.

Bei Impfung in die zentrale Partie der Kornea läuft der Infiltrationsring immer im gleichen Abstand (1 bis 3 mm) parallel zum Limbus. Wenn dieser offene oder vollständig geschlossene Ring als Einwanderung wie bei der Keratitis parenchymatosa aufzufassen wäre, so müßte er im allgemeinen mit der Zeit spurlos verschwinden, ohne Hinterlassung einer Narbe in dem eingeschlossenen zentralen Teil, der doch in unseren Fällen meistens nekrotisch wird. Bei der Injektion mit dem erhitzten Filtrat (Kaninchen Nr. 218, rechtes Auge) liegt der Ring weiter vom Hornhautrand entfernt. Fuchs hat bei einem alten Fall (Fall Nr. 8) ähnliches beobachtet. — Das ist auf die geringere Toxizität des Materials zurückzuführen. Bei mikroskopischer Betrachtung besteht der Infiltrationsring bei unseren Fällen aus zwei Zonen von Eiterzellen — dem vorderen und hinteren Infiltrationsring nach Fuchs. — In der Peripherie des Ringes ist die Infiltration in der mittleren Schicht, im Zentrum der Cornea hingegen mehr in der vorderen und mittleren Schicht lokalisiert. Der hintere Infiltrationsring, der hauptsächlich in den hintersten Hornhautschichten, und zwar unmittelbar vor der Descemetschen Membran liegt, ist bei unseren Fällen meistens durch eine schwache Infiltration mit dem vorderen Infiltrationsring verbunden, oder nur streckenweise nachweisbar; zuweilen fehlt er gänzlich. Eine schmale hintere Zone des hinteren Infiltrationsringes direkt vor der Descemetschen Membran, wie in Fuchs' Fall Nr. 7, habe ich bei unseren Präparaten nie beobachtet.

Über die Herkunft der Zellen im hinteren Infiltrationsring habe ich dieselbe Ansicht wie Fuchs, daß nämlich die Eiterzellen in diesem Teil nicht von der Vorderkammer durch die Descemetsche Membran eingewandert sind, sondern von dem Hornhautrand herkommen. Außer der Perforation des Eiterherdes an der Impfstelle, bei lang bestehenden Fällen, habe ich niemals eine Zerstörung der Descemetschen Membran beobachtet. Nur in einem Fall war eine Woche nach der Injektion (Kaninchen Nr. 219, rechtes Auge) das hintere Endothel, an der Stelle des Infiltrationsringes, nach einwärts zu abgehoben und eine Anhäufung von Lymphocyten

zwischen ihm und der Descemetschen Membran zu sehen. Von Aufblätterung der Descemetschen Membran war nichts zu sehen. Auch in unseren Fällen findet man zuweilen eine ganz schwache Infiltration an dem hinteren Rand der Hornhautperipherie und ganz isolierte kleine oberflächliche Eiterherde in der Peripherie, beide ganz unabhängig von dem hinteren Infiltrationsring (Kaninchen Nr. 224 A, rechtes Auge usw.).

III. Bei unseren Fällen ist die Nekrose am ausgesprochensten an dem vom Infiltrationsring eingeschlossenen Teile, hingegen weniger deutlich in der tieferen Schicht der Hornhaut. Der Unterschied in der Ausbreitung der Nekrose bei den Fällen von Fuchs und unseren eigenen hängt wohl von der verschiedenen Art der Verletzung ab.

IV. Sonstige Veränderungen an der Cornea. An der Impfstelle geht das Epithel und die Bowmansche Membran früh zugrunde. Die beiden Infiltrationsringe sind durch die zunehmende Zellanhäufung vorgewölbt.

In dem vom Ring eingeschlossenen zentralen Teil der Cornea wird das hintere Endothel relativ früh geschädigt und dadurch kommt seine Abhebung oder Verdickung zustande. Nach der Perforation der Impfstelle ist die Wunde teils von neugebildeten Bindegewebszellen, die aus den Hornhautlamellen des Randes stammen, teils von gewucherten Endothelien verstopft, und im Granulationsgewebe finden sich Reste der abgerissenen Descemetschen Membran.

V. Die Vorderkammer ist meistens mit reichlichem fibrinösen Exsudat und Leukocyten gefüllt. Ein Hypopyon tritt bei der Injektion von lebenden Bazillen (0,1 ccm) häufig auf, nie aber bei der Injektion von Filtraten. Das Hypopyon besteht nur wenige Tage und verwandelt sich dann in ein fibrinöses Exsudat. Iris und Ciliarkörper sind stark infiltriert. An der Injektionsstelle verwächst die Iris und nach der Perforation ist sie mit einem Teil des Granulationsgewebes stark nach vorn gezogen und ganz atrophisch geworden. Chorioidea und Retina bleiben intakt, nur sind die Gefäße im vorderen Teil der Chorioidea dilatiert, eine Infiltration aber ist nicht nachweisbar.

Bezüglich der ausführlichen Literatur über Ringabszeßbildung beim Menschen verweise ich auf die Arbeit von O. Kuffler (15) und gebe hier selbst nur eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Angaben. Zuerst hat Hanke (5) bei einem Fall von Panophthalmie mit Ringabszeß eine Abart des Bacillus proteus fluorescens (Jäger) rein gezüchtet. Beim Experiment am Kaninchenauge wurde die Wunde und die Vorderkammer durch die Perforation infiziert, ein anderes Mal wurde die Kultur durch die Erosion oder durch die intraparenchymatöse Taschen-

wunde hineingebracht. Das Resultat war in allen Fällen das gleiche, und zwar: am Tage nach der Injektion ein Ringabszeß mit Hypopyon und Panophthalmie mit Ausgang in Phthisis bulbi. Mac Nab (6) untersuchte diesen von Hanke ihm übersandten Stamm und stellte den Bacillus pyocyaneus fest. Dazu brachte er eine kleine Mitteilung über einen Fall von ausgedehntem Ulcus (nicht Ringabszeß), der durch den Bacillus pyocyaneus entstanden war.

Czermak (39) fand bei einem Fall von Eisensplitterverletzung eine Panophthalmitis mit Ringabszeß, die durch den Bacillus mycoides (Koch) hervorgerufen war. Happe (9) berichtete über drei Fälle, bei denen ein Fall Bacillus subtilis, ein Fall Staphylococcus albus, und ein Fall Pyocyaneusbazillen zu Urhebern hatte. Er hat durch Injektion von Bouillonkultur dieser drei Bakterienarten in den Kaninchenglaskörper wieder eine Panophthalmitis mit Ringabszeß hervorrufen können. Bei Injektion von filtrierter Bazillenkultur in den Glaskörper oder in die Vorderkammer hat er dagegen keinen Infiltrationsring hervorgerufen. Bei Cornealinjektion hat er nur mit Pyocyaneus eine typische Ringinfiltration feststellen können, während bei Injektionen von Heubazillen und Staphylokokken keine nennenswerten Veränderungen der Cornea beobachtet wurden. Bei der Diskussion über den Vortrag von Happe (34. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft, Heidelberg) hat Hanke Mitteilung von einer Ringabszeßbildung durch Bacillus proteus vulgaris gemacht, bei welcher aber durch die intrabulbäre Injektion nur eine Panophthalmitis ohne Affektion der Cornea verursacht wurde. Stöwer (10) berichtet über einen Fall von Ringabszeß mit beginnender Panophthalmitis, der durch Proteus verursacht wurde, hat aber keine Tierversuche angegeben. Kodama (11) beobachtete eine durch Subtilis verursachte mit Ringabszeß kombinierte Panophthalmie. Bei der experimentellen Injektion desselben Stammes in den Glaskörper und in die Vorderkammer hat er keine Ringabszeßbildung gefunden, wohl aber sah er bei der Einspritzung einer Aufschwemmung von Ackererde in den Glaskörper eine Panophthalmitis mit typischem Ringabszeß auftreten. Cramer (12) fand Staphylokokken und Gram-positive Stäbchen (wahrscheinlich Xerosabazillen) in dem von der Oberfläche der Hornhaut bei einem Ringabszeß gewonnenen Material. Bei der Einimpfung dieser Hornhautmasse in den Kaninchenglaskörper gelang es ihm, ein dem Ringabszeß ähnliches Bild hervorzurufen.

Löhlein (16) sah einen Fall von rasch fortgeschrittener Panophthalmie mit anfänglicher ringförmiger Trübung in der Peripherie der Cornea bei einer Verletzung mit einem Drahtstück, das auf dem Boden gelegen hatte. Als Erreger hat er eine bisher unbekannte Art von Gram-

positiven Stäbchen von geringer Tierpathogenität nachgewiesen. Im Tierversuch mit der lebenden Kultur und dem Filtrat sah er ein Infiltrat an der Impfstelle, intensive Hyperämie der Iris und Kammerwassereiterung, aber in keinem Fall ein dem Ringabszeß ähnliches Bild.

Stölting (17) berichtete über einige klinisch und anatomisch beobachtete Fälle von Ringabszeßbildung bei Scleralruptur. Bezüglich der Ringabszeßbildung in seinen Fällen nahm er an, daß die in die Vorderkammer gelangenden Bakterien zuerst die Maschen des Ligamentum pectinatum verstopfen, von dort aus in das Gewebe der Cornea eindringen und dort die Infiltration verursachen.

Im übrigen hat Fuchs bei seinen neun Fällen Staphylo-, Strepto- und Pneumokokken und Stäbchen (zum Teil Gram-positive) nachgewiesen. Außer den oben erwähnten Fällen, die im Anschluß an direkte Verletzungen aufgetreten sind, gibt es noch einige besonders interessante Fälle. So beobachtete Axenfeld (1) bei einer metastatischen Ophthalmie durch Pneumokokken einen Ringabszeß. Er behauptet, daß die Hornhauteiterung (Ringabszeß) bei der metastatischen Ophthalmie nicht selten sei. Morax (7) beobachtete das gleiche an dem einen Auge bei einem Fall von metastatischer Ophthalmie, die im Verlauf einer Pneumokokkensepsis aufgetreten war, während im anderen Auge nur eine Iridocyclitis ohne Ringabszeß zu sehen war. Bei der anatomischen und bakteriologischen Untersuchung wurden typische Pneumokokken in der Vorderkammer gefunden. Er hat die Entstehung des Ringabszesses auf die Leukocytenexsudation zurückgeführt, die als Reaktion gegenüber den wuchernden Bakterien oder deren Stoffwechselprodukten in der Vorderkammer entsteht. Schließlich wies er auch einen bakterienfreien Abszeß in der Cornea nach.

Schließlich hat noch Mizuo (13) zwei Fälle von metastatischer Ophthalmie mit Ringabszeß durch Pestbazillen nachgewiesen. Als Erreger des Ringabszesses kommen demnach folgende Bakterien in Frage:

Bacillus subtilis	(Happe, Kodama, Kuffler).
Bacillus proteus fluorescens	(Hanke).
Bacillus proteus vulgaris .	(Hanke, Stöwer).
Bacillus mycoides . . .	(Czermak).
Bacillus pyocyaneus . . .	(Happe).
Staphylokokken	(Fuchs, Happe, Cramer).
Streptokokken	(Fuchs).
Pneumokokken	(Axenfeld, Morax, Mijashita).
Pestbazillen	(Mizuo).
Bacillus prodigiosus . . .	(Arisawa).

Es ist daher vollkommen klar, daß diese Erkrankung keinen spezifischen Erreger hat. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Erd-, Wasser- und Fäulnisbakterien wie Subtilis, Proteus, Mycoides, Xerosebazillen, Prodigiosus bei direkter Einwirkung auf die Hornhaut, einen Ringabszeß erzeugen, während die für Menschen hoch virulenten Bakterien, wie Pneumokokken, Pestbazillen nur auf metastatischem Wege, dasselbe Bild hervorrufen können.

Experimentelle Angaben über Ringabszeßbildung liegen in der Literatur nur recht spärlich vor: Mijashita (14) hat gelegentlich seiner pathologisch-anatomischen Untersuchungen über Pneumokokken-Impfkeratitis die Beobachtung mitgeteilt, daß es dabei oft zu einer mehr oder weniger ringförmigen Infiltration peripher von dem Impfherd herum kam und hat von diesen Ringinfiltraten eine Reihe von guten schematischen Abbildungen gegeben.

Bezüglich der Deutung der Ringinfiltrate hat Mijashita die Meinung geäußert, daß dieselben Einwanderungsringe im Sinne von Leber sind. Er meint aber, daß die leukocytenlähmende Wirkung der Bakterientoxine nicht identisch zu sein braucht mit der gewebsnekrotisierenden Wirkung. Auch wo mehrere Ringe vorhanden waren, erwies sich das dazwischen liegende Hornhautparenchym in der Regel als intakt und mehr oder weniger durchsichtig.

Wichtige experimentelle Mitteilungen über Ringabszeßbildung nach Glaskörperinfektion mit Subtilis verdanken wir O. Kuffler (15). Nach Injektion von 0,2 Teilstrichen einer aus Glaskörpereiter (Passage) gezüchteten Kultur in den Glaskörper des Kaninchens bestand 48 Stunden später eine richtige Panophthalmie. Im mittleren Hornhautdrittel waren die tiefen Schichten nekrotisch. Sie waren von einem eitrigen Infiltrationsring umgeben, der im äußeren Teile hauptsächlich die mittleren und tiefen, im inneren Teile die mittleren und oberflächlichen Schichten betraf. In einem zweiten Falle entstand ein eitriger Infiltrationsring rings um die Hornhaut, vom Hornhautrande durch eine schmale Zone annähernd normalen Gewebes getrennt. In der von diesem Ring umschlossenen Hornhautpartie zeigte die Hornhaut die Zeichen beginnender Nekrose.

Kuffler glaubt nicht, daß es sich in seinen beiden Fällen um echten Ringabszeß der Hornhaut gehandelt hat, wohl aber um etwas „Ringabszeß-Ähnliches“, um den ersten gelungenen Versuch, im Tierauge mit einem nicht von menschlichem Ringabszeß gezüchteten Stamm etwas Ähnliches zu erzeugen.

Daraus, und aus dem Umstand, daß dieses Krankheitsbild beim

Menschen bekanntlich durch die verschiedensten Erreger verursacht werden kann, leitet Kuffler den Schluß ab: daß der Ringabszeß durch alle möglichen Mikroorganismen hervorgerufen werden kann, daß aber diese Mikroorganismen innerhalb des Auges eine Umstimmung ihres gesamten biologischen Verhaltens erfahren müssen, welche sie befähigt, Stoffwechselprodukte zu erzeugen, die wiederum geeignet sind, das bekannte Krankheitsbild hervorzurufen.

Die näheren Umstände dieser Umstimmung entziehen sich nach Kuffler vorläufig unseren Kenntnissen. Nur soviel erscheint wahrscheinlich, daß das menschliche Auge hierfür das geeignetste Organ ist, während die Augen unserer gewöhnlichen Laboratoriumstiere, insbesondere des Kaninchens, nach seiner Meinung nicht besonders dazu geeignet erscheinen. Bestimmte direkte Beziehungen zur Virulenz der betreffenden Keime scheinen dabei nicht ausschlaggebend zu sein.

Die Verschiedenheit der Resultate des Tierexperimentes, z. B. keine Wirkung mit dem Filtrat (Happe) oder keine Ringabszeßbildung nach der Injektion in den Glaskörper (Happe, Kodama, Arisawa) ist wohl in der verschiedenen Toxizität der Bakterien, bzw. deren Stoffwechselprodukten für das injizierte Gewebe des Auges begründet. Nach meinen Versuchen ist es klar, daß das Filtrat der lebenden oder der abgetöteten Bakterien auf der Kaninchenhornhaut das gleiche Bild hervorrufen kann, wie die lebenden Bakterien. Das beweist, daß die Entstehung des Ringabszesses bedingt wird durch die verschiedene Toxizität der Bakterien einerseits und die Resistenz des Gewebes andererseits.

Der Ringabszeß in der Kaninchenhornhaut wird nicht nur durch die lebenden Bazillen von Prodigiosus hervorgerufen, sondern auch:

1. durch das Filtrat der erhitzten Kultur, das aus den Stoffwechselprodukten der Bazillen (durch Erhitzen etwas verändertes Toxin) und aus der mehr oder weniger gelösten Substanz der Bakterienzellen selbst (Proteïn) besteht,

2. innerhalb von gewissen Grenzen auch durch das Filtrat der unerhitzten Kultur (reines Toxin), das wahrscheinlich eine chemotaktische Substanz enthält.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. v. Szily für die Anregung zu dieser Arbeit und seine freundliche Hilfe meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur.

1. **Axenfeld**, Über die eitrige metastatische Ophthalmie, besonders ihre Ätiologie und prognostische Bedeutung. (1. Hälfte.) Archiv f. Ophthalm., Bd. XL, Abt. 3, p. 1, 1894. (2. Hälfte.) Archiv f. Ophthalm., Bd. XL, Abt. 4, p. 103, 1894.
2. — Die Bakteriologie in der Augenheilkunde. p. 85 u. 281, 1907.
3. **Treacher Collins**, Observation on ring-infiltration of the cornea. Ophth. Review p. 221, 1894.
4. **Fuchs**, Über Ringabszeß der Hornhaut. Archiv f. Ophthalm., Bd. LVI, Heft 1, p. 1, 1903.
5. **Hanke**, Ein bisher unbekannter Bazillus, der Erreger des typischen Ringabszesses der Cornea. Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. X, p. 373, 1903.
6. **Mac Nab**, Bemerkung zum Vorkommen des Bacillus pyocyaneus am Auge. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Jahrg. 43, Bd. II, p. 542, 1905.
7. **Morax**, L'abcès annulaire de la cornée et sa signification. Annal. d'Oculist. T. CXXXII, p. 409 (dgl. nach Michels Jahresber., p. 391), 1904.
8. **Leber, Th.**, Die Entstehung der Entzündung und die Wirkung der entzündungerregenden Schädlichkeiten. 1891.
9. **Happe**, Über den Ringabszeß der Cornea. Ber. über die 34. Vers. der Ophthalm. Gesellsch., p. 343, 1907.
10. **Stöwer**, Ein Fall von Ringabszeß der Hornhaut. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Jahrg. 45, Bd. I, p. 372, 1907.
11. **Kodama**, Zur Panophthalmitis durch Subtilisinfektion nach Hackensplitterverletzung. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Jahrg. 48, Bd. I, p. 624, 1910.
12. **Cramer**, Beitrag zu den Erfahrungen über Ringabszeß der Hornhaut. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Jahrg. 48, p. 620, 1910.
13. **Mizuo**, Über die Augenveränderung bei Pest. Archiv f. Augenheilk., Bd. LXV, p. 1, 1910.
14. **Mijashita**, Ein Beitrag zum klinischen Bilde und zur pathologischen Anatomie der Pneumokokken-Impfkeratitis, besonders zur Ausbreitung und Lokalisation pyogener Kokken in der Cornea. Archiv f. vergl. Ophthalm., II. Jahrg., 2. Heft, p. 131, 1911.
15. **Kuffler**, Zur Frage der Glaskörperinfektion und des Ringabszesses; experimentelle und kritische Untersuchungen. Archiv f. Ophthalm., Bd. LXXVIII, Heft 2, p. 227, 1911.
16. **Löhlein**, Ein bisher nicht beobachteter Saprophyt als Erreger von Panophthalmie und Ringabszeß der Hornhaut. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. LXXIV, p. 33, 1913.
17. **Stölting**, Über die innere Scleralruptur nebst Bemerkungen über den Ringabszeß. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Jahrg. 51, Bd. I, p. 5, 1913.
18. **Gifford**, Über das Vorkommen von Mikroorganismen bei der Conjunctivitis eczematosa und anderen Zuständen der Bindehaut und der Cornea. Archiv f. Augenheilk., Bd. XVI, p. 197, 1886.
19. — Bemerkung über Bakteriologie und Asepsis in der Augenheilkunde. Archiv f. Augenheilk., Bd. XXXIX, p. 107, 1899.
20. **Sattler**, Die Bedeutung der Bakteriologie für die Augenheilkunde. Ber. über den 7. period. internat. Ophthalm. Kongreß, Heidelberg, p. 363.



21. Bernheim, Über die Antisepsis des Bindehautsacks und die bakterienfeindliche Eigenschaft der Tränen. Deutschmanns Beiträge z. Augenheilk., Heft 8, p. 61, 1893.

22. Perles, Experimentelles zur Lehre von den Infektionskrankheiten des Auges. Virchows Archiv, Bd. CXL, p. 212, 1895.

23. Lobanow, Zur Bedeutung der nicht pathogenen Bakterien in der Infektionspathologie des Auges. Westnik Ophthalm., p. 111 u. 215 (dgl. nach Michels Jahresber. p. 258), 1899.

24. De Bono e Frisco, B., Sul comportamento dell'occhio nelle infezioni sperimentali. Annal. d'Igiene sperimentale, Vol. X, 1900 (dgl. nach Michels Jahresber. p. 272).

25. Kaiser, Ein Beitrag zur Frage der Pathogenität des Bac. subtilis, besonders für das Auge. Zentralbl. f. Bakt. Abt. Org. Bd. XXXIII, Nr. 4, p. 241, 1903.

26. Ulbrich, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung in das Auge eingebrachter saprophytischer Bakterien. Arch. f. Ophthalm., Bd. LVIII, Heft 2, p. 243, 1904.

27. Koske, Welche Veränderungen entstehen nach Einspritzung von Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen und Bakteriengiften in der Vorderkammer? Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, Bd. XXII, Heft 2, p. 411, 1905.

28. Bietti, I saprofiti nelle infezioni dell' occhio. Annali di Oftalm., Bd. XXXV, p. 518 (dgl. nach Michels Jahresber. p. 238), 1906.

29. Guillery, Über Fermentwirkung am Auge und ihre Beziehung zur sympathischen Ophthalmie. Archiv f. Augenheik., Bd. LXVIII, p. 242 und Bd. LXXII, p. 99, 1911—1912.

30. Abba, Orlandi u. Bondelli, Versuche über die Filtrationskraft des Bodens und die Fortschwemmung von Bakterien durch das Grundwasser. Zeitschr. f. Hyg., Bd. XXXI, Heft 1, p. 80, 1899.

31. Schottelius, Biologische Untersuchungen über den Microc. prodigiosus. Festschr. f. Albert von Kölliker, p. 185, Leipzig 1887.

32. Marx, Bakteriologische Mitteilungen II. Die Pathogenität des Bac. prodig. Zentralbl. f. Bakteriol., Bd. XXX, p. 118, 1901.

33. Bertarelli, Untersuchungen und Beobachtungen über die Biologie und Pathogenität des Bac. prodig. Zentralbl. f. Bakteriol., 1. Abt., Org. Bd. XXXIV, p. 139, 312, Nr. 3, 1903.

34. Lukasiewicz, Untersuchung über das Verhalten des Bac. typhi abdominalis, coli communis, prodigiosus, Rhinoskleroma, Vibrio cholerae asiaticae u. Proteus vulgaris bei der Eiterung. (Inaug.-Diss. Zürich.) Kiew 1902, Ref. Zentralbl. f. Bakt., Bd. XXXIV, p. 779, 1904.

35. Noguchi, Y., Über die Verteilung der pathogenen Keime in der Haut mit Bezug auf die Hautdesinfektion (die Grundregel der Hautdesinfektion). Archiv f. klin. Chir., Bd. XCIX, p. 948, 1913.

36. Dold u. Rados, Über entzündungserregende Stoffe im art- und körpereigenen Serum und Gewebssaft. Zeitschr. für die gesamte experim. Medizin, Bd. II, Heft 3, 1913.

37. — Die Bedeutung des Anaphylatoxins und des art- und körpereigenen Gewebssaftes für die Pathologie, speziell die des Auges. Deutsche med. Wochenschr., Nr. 31, p. 1492, 1913.

38. Grawitz u. de Bary, Archiv für pathol. Anatomie und Physiologie, Bd. CVIII, 1887.

39. Czermak, Vortrag im Verein deutscher Ärzte in Prag. Prager med. Wochenschr., Bd. XXX, Nr. 8.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIV bis XVI.

Tafel XIV.

Fig. 1. Makroskopische Ansicht der typischen Ringinfiltration an der Kaninchencornea, 24 Stunden nach der Injektion des Filtrates aus abgetöteten Prodigiosusbazillen.

Fig. 2. Dasselbe Auge 10 Tage später. Die zentralen Partien des Ringes sind nekrotisch geworden; entsprechend der Impfstelle befindet sich in der oberen Hälfte der Hornhaut eine scharf begrenzte Perforation.

Tafel XV und XVI.

Fig. 3. Horizontaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 24 Stunden nach der Einführung von lebenden Bakterien. Die Injektionsstelle befindet sich in der Mitte, rechts und links davon ist die Infiltrationszone sichtbar. Links (nasale Seite) kann man deutlich zwischen einer vorderen Zone (a) und einer hinteren Zone (b) unterscheiden. Am zentralen Ende dieser letzteren gibt es noch ein besonders starkes Infiltrat (c). Rechts von der Injektionsstelle (temporale Seite) ist noch einheitlicher Herd (e) vorhanden. Außerdem ist noch ein direkt vor der Descemetschen Membran gelegener kleiner Eiterherd (f) und ein temporal gelegener, oberflächlicher Herd (d) sichtbar.

Fig. 4. Horizontaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 24 Stunden nach Einführung des Filtrates aus abgetöteten Bakterien. Infiltrationsring, der im Querschnitt an zwei Stellen getroffen ist. Auf der temporalen Seite kann deutlich zwischen vorderer und hinterer Zone unterschieden werden. Bei (a) befindet sich eine zirkumskripte Infiltration vor der Descemetschen Membran.

Fig. 5. Horizontaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 7 Tage nach Einführung des nicht erhitzten Filtrates der Bakterien. An beiden Seiten der Impfstelle (b und d) ist die Infiltrationszone getroffen. Außerdem ist bei (c) eine Nebeninfiltration zu sehen. An der Hinterfläche der Hornhaut (e) befinden sich abgehobene und gewucherte Endothelzellen.

Fig. 6. Horizontaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 7 Tage nach Einführung des erhitzten Filtrates der



Bakterien. Zwei Infiltrationsherde (b und c) an beiden Seiten der Injektionsstelle. Bei (a) gewucherte Endothelien der Irisvorderfläche.

Fig. 7. Endothelzellenherd an der Irisvorderfläche (vgl. [a] in Figur 6), bei starker Vergrößerung.

Fig. 8. Horizontaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 14 Tage nach Einführung von lebenden Bakterien. Perforation mit Granulationsgewebe und vorderen Synechien. (a) stark infiltrierter temporaler Wundrand der Perforationsstelle, (b) der mehr diffus infiltrierte und epithelisierte nasale Wundrand, (c) und (d) gewucherte Endothelzellen, (e) und (f) Reste der abgerissenen Descemetschen Membran.

Fig. 9. Vertikaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 3 Wochen nach Einführung des Filtrates der abgetöteten Bakterien. (a) Narbengewebe unmittelbar unterhalb des Epithels, (b) und (c) Defekte in der Descemetschen Membran. (d) und (f) gewucherte Endothelzellen. (e) geschrumpfte Reste der Descemetschen Membran.

Fig. 10. Vertikaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 4 Wochen nach Einführung des Filtrates der abgetöteten Bakterien. (a) ektatisches Narbengewebe im Perforationsgebiet, (c) und (d) die alten Wundränder, (e) kleine Epithelzapfen am oberen Wundrand, (f) gewucherte Endothelien, (g) freies Ende der durchrissenen Descemetschen Membran, (b) ein kleiner, ins Narbengewebe verlagerter Rest der Descemetschen Membran.

Fig. 11. Vertikaler Querschnitt durch die Kaninchenhornhaut, 4 Wochen nach der Einführung lebender Bakterien. (a) Granulationsgewebe an der Impfstelle, (b) zirkumskripter Infiltrationsherd in der Narbe, (c) und (e) fortschreitende Epithelisierung der Wundränder, (d) dichteres Narbengewebe unter dem Epithel, (f) gewucherte Endothelien.

Bibliographie.

Im Interesse einer vollständigen und raschen Berichterstattung wird um Einsendung von Sonderdrucken an den Herausgeber: Privatdozenten Dr. G. Freytag, München NW. 2, Elisabethstraße 21, gebeten.

Der Herausgeber dankt gleichzeitig auf diesem Wege allen Einsendern und wird von allen eingegangenen Arbeiten vergleichend-ophthalmologischen Charakters im nachfolgenden Abschnitte der Zeitschrift, der in seiner alphabetischen Anordnung Literaturverzeichnis und Referatsammlung zugleich darstellt, mindestens den Titel anführen, während eine nähere Besprechung vorbehalten bleibt.

Die in monographischer Form erschienenen Arbeiten sind mit einem * bezeichnet.

I. Allgemeines.

***Sharp, W. N.**, Ophthalmology for veterinarians (Philadelphia and London. W. B. Saunders Comp., 1913).

O. Zietzschmann (*Zürich*).

II. Anatomie.

***Bach, L.**, u. **Seefelder, R.**, Atlas zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges (III. Lieferung, Leipzig und Berlin, Engelmann, 1914. Mit 28 Fig. im Text u. 16 Taf., Preis 22 Mk.).

Obwohl wir Doppelbesprechungen desselben Werkes im allgemeinen vermeiden, können wir doch nicht umhin, wenigstens kurz auf die Schlußlieferung des von uns bereits gebührend gewürdigten Atlasses zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges hinzuweisen. Auch das vorliegende Heft zeigt in vollem Maße die Vorzüge der früheren: Vorzüglich ausgewählte und wiedergegebene Tafeln und einen leicht verständlichen und übersichtlich gehaltenen Text, der, mit gleichfalls sehr anschaulichen Abbildungen versehen, uns in die letzten Forschungen des schwierigen Gebietes einführt. Die Abschnitte über die Augengrube, Augenblase, Linse, Zonula und Glaskörpergefäße sind noch von Bach, der übrige, größere Teil des Werkes, enthaltend die Hornhaut, Iris und Corpus ciliare, Sclera, Tenonsche Kapsel, das Blutgefäßsystem (Arteria hyaloidea, Aderhaut usw.), Netzhaut, Sehnerv und Pigmentepithel sind von Seefelder verfaßt.

G. Freytag (*München*).

Bugnion, E., u. **Popoff, N.**, Die Augen der Nachtinsekten (XV. Zusammenkunft der „Association des Anatomistes“. Lausanne 1913).

Die Augen der Nachtfalter sowie einiger nächtlicher Insekten, insbesondere von Oryctes Rhinoceros (Ceylon), Xylotropes gedeon, Catharsius molossus, Copris repertus werfen in der Dunkelheit bei seitlicher Beleuchtung einen schönen roten oder rotgelben Schein. Dieser Schein beruht auf einer Spiegelung und erklärt sich durch das Vorhandensein einer dem Sehpurpur der Säugetiere ähnlichen Substanz. Bei geschwächten Individuen sowie nach greller Belichtung ist der rote Schein abgeblaßt; beim Tode des Tieres verschwindet er ganz. Der rote Farbstoff ist löslich in Alkohol und Chloroform.

Nach ausgedehnter Beschreibung (und schöner Abbildung) des Auges von Deilophila Euphorbiae, Saturnia Pernyi, Lasiocampa quercus, Phlogophora ruchiculosa (alle Nachtlepidopteren), Oryctes Rhinoceros (Coleoptere) und Vanessa antiopa (Taglepidoptere) heben die Autoren folgende Eigenheiten der Nachtaugen hervor:

1. Die Netzhaut ist höher.

2. Die Netzhautelemente bestehen aus zwei sehr ungleichen Teilen: Ein äußeres, schmäleres Glied von oft außerordentlicher Länge und Feinheit. Ein inneres, dickeres und gewöhnlich kürzeres Glied.

3. Der ganze Raum zwischen den inneren Netzhautgliedern ist von längsparallel gestellten Luftröhren angefüllt. Diese Tracheen stammen von größeren Stämmen, deren je einer durch jede der peripheren Zellen des optischen Ganglions dringt. Daß die Röhren mit Luft angefüllt sind, soll dadurch bewiesen werden, daß sie unter Wasser (NaCl-Lösung) undurchsichtig grau erscheinen.

4. Der geringe Pigmentgehalt der Zellen.

5. Die größere Beweglichkeit der Pigmentkörner.

6. Das reichliche Vorhandensein eines die Netzhautelemente diffus infiltrierenden Farbstoffes.

Die auffallendste Eigenheit sind die Tracheenbündel zwischen den Netzhautelementen. Man findet sie bei den Nacht- und Dämmerungsinsekten, sie fehlen gänzlich bei den Tagschmetterlingen. Da der Lichtreflex ausschließlich bei den ersteren beobachtet wird, spielen wohl die Luftröhren die Rolle eines Tapetum oder reflektierenden Spiegels.

Die größere Länge der Netzhautelemente hat eine desto ausgedehntere Empfänglichkeit für Lichteindrücke zur Folge. Zu größerer Empfindlichkeit dient auch die Armut an Pigment. Durch letztere, insbesondere bei Dunkeladaptation der Augen, erklärt sich die bekannte Blendung der Nachtfalter (Sphinx, Bombyx usw.) in Gegenwart einer hellen Lampe.

Das Tapetum scheint dazu zu dienen, das Licht durch Spiegelung ein zweites Mal auf die umliegenden Zellen zu werfen und das Sehen dadurch zu verstärken. Die Hypothese, daß bei dieser Spiegelung gewisse dunkle Strahlungen in leuchtende Strahlen umgesetzt werden, ist wohl kaum anzunehmen. *M. Landolt* (*Paris*).

Fischel, A., Über gestaltende Ursachen bei der Entwicklung des Auges (Prager med. Wochenschrift 1914, Nr. 25).

Verf. stellte sich zunächst die Frage, ob in dem Ektodermbezirke, aus dem sich später die Linse entwickelt, an bestimmter Stelle das Bildungsmaterial für die Linse präformiert enthalten sei oder ob die Linsenbildung gewissermaßen Folge eines Kontaktreizes durch die Augenblase sei. —

Es zeigte sich nun, daß die Embryonen verschiedener Tierarten in sehr verschiedenem Maße die Fähigkeit besitzen, eine Linse selbständig ohne Einfluß der Augenblase zu bilden.

Beim Menschen ist wahrscheinlich die Bildung der Linse vollkommen von der Entwicklung der Augenblase abhängig. Es scheinen theoretisch drei Möglichkeiten vorzuliegen: Neben völliger Abhängigkeit und völliger Unabhängigkeit der Linsenbildung von der Bildung der Augenblase ein mehr oder minder großer Grad von Abhängigkeit. Durch die Annahme, daß das Linsenbildungsvermögen (ähnlich wie das Vermögen zur Bildung von Sinnesknospen) allen oder doch sehr vielen Ektodermzellen zukäme, wäre eine Hypothese für die phylogenetische Entstehung des Auges zu gewinnen. —

Die Augenblasenanlage könnte demnach eine in allen Ektodermzellen enthaltene Anlage zur Linsenbildung wecken. So würde es erklärt, wenn nach Verpflanzung der Augenblasenanlage sich an der Einpflanzungsstelle eine Linse bildet oder wenn auf einem über die Augenblasenanlage verpflanzten Ektodermteil eine Linse entsteht.

Die Linsenbildung erscheint so als induzierter sekundärer Vorgang. Über die Natur des von der Augenblase ausgehenden Reizes läßt sich heute noch nichts sagen.

Verf. glaubt an einen chemischen Reiz denken zu sollen. Auch die Entwicklung der Cornea ist von der Bildung und dem Einfluß der Augenblase abhängig. Versuche haben gezeigt, daß sich das Ektoderm nicht zum Cornealepithel umbildet, wenn die Augenblase verlagert wird, und umgekehrt kommt nach Verlagerung der Augenblase am neuen Ort Cornealepithel zur Entwicklung.

Die Differenzierung der vom mittleren Keimblatt stammenden Schichten des Augapfels ist von den ektodermalen Elementen abhängig. —

Für den Vorgang der Irispigmentierung war festzustellen, daß sich bei solchen Tieren, die eine Veränderung der Irispigmentierung durchmachen, die Veränderung der in frühem Stadium transplantierten Augenanlagen durchaus synchron mit dem in späteren Entwicklungstadien stehenden Wirttier vollzieht. —

Verf. nimmt an, daß im Blut Stoffe kreisen, die als Reize für die Pigmentbildung wirken. *F. Ruhwandl* (*München*).

Mawas, J., Sur la forme, la direction et le mode d'action du muscle ciliaire chez l'homme (Compt. rend. de l'acad. des sciences, T. CLV, p. 1542, Déc. 1912).

Die Form des Ciliarmuskels ist außerordentlich verschieden. Die Hauptmasse der Fasern verläuft longitudinal, eigentliche zirkuläre Fasern sind nicht zu beobachten. Eine Sehne ist nicht vorhanden. Die Wirkung besteht anscheinend in der Erschlaffung eines Teils der Zonulafasern und in der Spannung eines anderen Teils derselben. —

G. Freytag (*München*).

Mawas, J., Forme, direction et mode d'action du muscle ciliaire chez quelques mammifères (Compt. rend. de l'acad. des sciences, T. CLVI, p. 158, Janv. 1913).

Die Hauptrichtung der Bündel des Ciliarmuskels bei den Säugetieren ist meridional. Ihre Wirkung müßte nach ihrem Verlauf in einer Erschlaffung der hinteren und einer Spannung der vorderen Zonulafasern bestehen. *G. Freytag* (*München*).

Mawas, J., Du rôle du tissu conjonctif du corps ciliaire dans la transmission de la contraction du muscle ciliaire et de l'importance de la zonula dans l'accommodation de l'œil (Compt. rend. de l'acad. des sciences, T. CLVI, p. 349, Jan. 1913).

Mawas, J., Sur l'asymétrie du corps ciliaire et son importance dans l'accommodation astigmique et les mouvements du cristallin (Compt. rend. de l'acad. des sciences, T. CXLIX, p. 570, Févr. 1913).



Mawas, J., Action de la traction de la zonule sur la configuration générale du cristallin humain. De la possibilité de l'aplatissement de la périphérie du cristallin pendant l'accommodation (Compt. rend. de l'acad. des sciences, T. CLVI, p. 1788, Juin 1913).

Mawas, J., Sur la structure et la signification morphologique du peigne de l'œil des oiseaux (Compt. rend. des séances de l'acad. des sciences, T. CLVII, p. 345, séance du 4 Août 1913).

Der Autor kommt nach längeren, zusammen mit A. Magitot ausgeführten Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß der Glaskörper ein ausgesprochen nervöses Organ und folglich ektodermalen Ursprunges ist. Neuerdings gelang es auch dem Autor, dasselbe für das Pekten nachzuweisen. Er neigt ferner zu der Annahme, daß seine Funktion die einer Drüse zur Ernährung des Glaskörpers ist. *G. Freytag* (*München*).

Mawas, J., et **Magitot, A.,** Étude sur le développement du corps vitré et de la zonula chez l'homme (Archives d'anat. microsc., Bd. XIV, p. 41).

Der Glaskörper ist eine Neurogliabildung und deshalb ektodermaler Herkunft. In seiner Entwicklung vom ersten Auftreten bis zur Geburt durchläuft er drei Stadien, das des primitiven, das des transitorischen und das des definitiven Glaskörpers. Der primordiale Glaskörper stammt von der Retina; er besteht aus sehr feinen Fibrillen, die aus der Randzone der embryonalen Sehhaut entspringen. Diese Randzone wird durch protoplasmatische Verlängerungen der Stützzellen gebildet, die sich zuerst im Innenblatt des Augenbechers differenzieren. Der primordiale Glaskörper ist somit eine exoplasmatische Bildung dieses Blattes. Während einer kurzen Zeit (von der dritten bis zur siebenten Woche) scheint auch die Linse Anteil an dieser Bildung zu nehmen, indem sie auch Zellfortsätze entsendet. Die geringe Zahl und das temporäre Auftreten solcher Fasern läßt aber nicht den Schluß zu, daß der Glaskörper wirklich der Linse seine Entstehung verdanke. Am Anfange der vierten Woche tritt das hyaloidale Gefäßsystem in der sekundären Augenblase auf; es entwickelt sich sehr rasch und füllt fast den ganzen verfügbaren Raum aus. Einige Bindegewebszellen dringen durch die Becherspalte mit ein. Aber auch mit der Linse gelangen Bindegewebszellen ins Innere und bilden die intraokulare Mesodermmasse; sie entstammen der vorderen Mesodermlamelle. Alle diese Zellen scheinen nur blutgefäßbildende Tendenzen zu

haben, und sie beteiligen sich an dem Aufbau des Glaskörpers nicht. Die Annahme einer gemischten Abstammung des Glaskörpers ist somit zurückzuweisen. Von Beginn seiner Entstehung an existieren zwischen seinen Fasern Zellen — die Glaskörperzellen, die aus der Retina stammen und während der vierten und fünften Woche reichlich vorhanden sind. Durch Sekretionsvorgänge produzieren diese einen Teil der Glaskörperflüssigkeit. Es handelt sich um ausgewanderte Gliazellen. Fibrillen und Zellen des primordialen Glaskörpers sind somit ektodermaler Herkunft.

Der transitorische Glaskörper wird durch Neurogliazellen gebildet, die die A. hyaloidea und deren Äste umgeben. Sie erscheinen am Sehnerventeil der Arterie gegen Ende der achten Woche. In der neunten Woche ist der gesamte Arterienstamm umhüllt, in der Mitte der dreizehnten Woche auch alle Äste in der hinteren Linsenkapsel. Eine Gruppe von diesen Zellen treibt Fortsätze und bildet Glaskörperfasern, eine andere mischt sich dem Gefäßgewebe bei und kann sich verflüssigen. Mit den Gefäßen gehen diese Zellen wieder zugrunde, einzelne kann man noch zur Zeit der Geburt nachweisen.

Der definitive Glaskörper entsteht als erneute Wucherung des primordialen. In der siebenten Woche, in der der transitorische seine höchste Ausbildung erreicht hat, beginnt eine erneute lebhafte Wucherung in der Retina. Die Müllerschen Zellen proliferieren fadenförmig im Bereiche der Pars optica retinae. Mittlererweile entwickelt sich die Pars caeca retinae; und deren Ciliarteil treibt auch bald starke Fasern aus; aus diesen entstehen die vordersten Glaskörperfasern und die Elemente der Zonula. Zonulafasern sind ausschließlich exoplasmatische Bildungen der Zellen der Pars ciliaris retinae, die sich an der Linse anheften. Am Anfang des dritten Monates treten die ersten Fasern auf. Sie entstammen der pigmentfreien Lage. Sie sind den Glaskörperfasern vollständig homolog. Die pigmentfreien Zellen der Pars ciliaris retinae sind homolog den Ependymzellen und den Zellen der Plexus chorioidei. Sie sind wie die Ependymzellen als Gliazellen, als Stützzellen aufzufassen und haben wie die Zellen der Plexus chorioidei sekretorische Funktion. Der transitorische Glaskörper besteht eine Zeitlang neben dem definitiven; bis zum Ende des siebenten Monates ist er im Augeninneren noch nachweisbar. Von der Mitte des dritten Monates ab bis zum siebenten Monat wirkt der definitive Glaskörper komprimierend auf den transitorischen und fördert dessen Resorption. Zwischen beiden Bildungen existiert ein leerer Raum nicht; auch nach Resorption des transitorischen Glaskörpers entsteht ein virtueller Hohlraum nicht, so daß auch beim Erwachsenen ein Glaskörperkanal nicht existiert. Nach den hier klargelegten Beziehungen zwischen

Retina und Glaskörper ist es selbstverständlich, daß eine Membrana hyaloidea nicht vorhanden ist, ebenso nicht eine Membrana limitans interna der Retina.

Der Augapfel ist also mit einer Fasermasse erfüllt, die aus der Retina stammt. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

III. Physiologie.

Heß, C., Neue Versuche über Lichtreaktionen bei Tieren und Pflanzen (Münchner Gesellsch. f. Morphologie u. Physiologie, 19. Mai 1914, Münchner med. Wochenschr. 1914, Nr. 27, p. 1489).

Vor der Tagesordnung berichtet Heß über die von ihm untersuchte Akkommodation der Alciopiden. Bei elektrischer Reizung der Augen tritt die Linse beträchtlich nach vorn. Es besteht somit eine aktive Nahakkommodation, deren Mechanismus näher festgestellt wurde.

Es wurden weiter die Lichtreaktionen bei Echinodermen geprüft. Es ergab sich, daß bei den Astropectiniden die Füßchen hochgradig lichtempfindlich sind. Bei Seeigeln (Centrostephanus longispinus) zeigte sich, daß die nahe dem aboralen Pol befindlichen Kölbchen bei Beschattung lebhaft rotieren. Mit Hilfe dieser Lebensäußerungen und geeigneter Methoden gelang es festzustellen, daß auch diese Echinodermen sich so verhalten wie unter entsprechende Bedingungen gebrachte total farbenblinde Menschen sich verhalten würden. Auch adaptative Veränderungen wurden festgestellt.

Verf. hat ferner einen Apparat konstruiert, welcher es erlaubt, ein von einer Nernstlampe sehr stark und gleichmäßig belichtetes, kreisförmiges Feld nacheinander, ohne Zwischenbelichtung, mit einem physikalisch genau bestimmten farbigen Glaslichte und einem grauen meßbar variablen Vergleichslichte zu bestrahlen. Hierdurch war es möglich, die Lichtreaktionen bei Tieren nicht mehr zu unseren Helligkeitsempfindungen, sondern zu objektiven Lichtreaktionen am Menschenauge, und zwar zu den Änderungen der Pupillenweite in Beziehung zu bringen. An einer Tabelle, die das Ergebnis von weit über 1000 Einzelmessungen ist, werden die motorischen Reizwerte von Rot und Blau für die verschiedenen Spezies miteinander in Vergleich gebracht. Es zeigte sich dabei, daß der Reizwert für die genannten Farben sich bei den Tagvögeln unter Berücksichtigung der Netzhautölkugeln nicht wesentlich von dem beim Menschen unterscheidet,

während bei den Nachtvögeln und in noch höherem Grade bei allen untersuchten Wirbellosen ein weitgehendes Übereinstimmen mit dem total farbenblinden Menschenauge festgestellt wurde.

Durch geeignete Bestrahlung wachsender Pflanzen mit farbigen Lichtern stellte Heß ferner fest, daß der für ihre Wachstumsrichtung ausschlaggebendste Spektralbezirk sich im Blau befindet, während für die wirbellosen Tiere der wirksamste Bezirk im Gelbgrün liegt. Die J. Loebsche Lehre von der Identität des tierischen und pflanzlichen Heliotropismus ist demnach zu verlassen.

Das Ergebnis der Untersuchungen ist somit neuerdings, daß das, was seit Sprengel über die Beziehung zwischen Blütenfarbe und Insektenbesuch gelehrt wurde, falsch ist und daß die blütenbiologische Forschung nunmehr vor der Aufgabe steht, die wahre Bedeutung der Blütenfarben aufzudecken. *G. Freytag* (*München*).

***Hoppeler, P.**, Über den Stellungsfaktor der Sehrichtungen. Eine experimentelle Studie (Med. Inaug.-Diss., Zürich, 1914). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Minkowsky, M., Über das Großhirn im Lichte vergleichend physiologischer Forschung (Akad. Antrittsrede, Naturwissenschaftl. Rundschau der Chemiker-Zeitung, März 1914, 3. Jahrg., p. 33).

Es wird die physiologische Bedeutung des Großhirns, speziell der Großhirnrinde, im Gesamthaushalte des Zentralnervensystems bei verschiedenen Wirbeltieren erörtert. Verf. zeigt, wie ontogenetisch das Großhirn in zwei Teile sich zerlegen läßt, in einen basalen, phylogenetisch älteren (in der Wirbeltierreihe auf niedriger Stufe auftretender) palaeencephalen (Edinger) und in einen dorsalen, phylogenetisch jüngeren, neencephalen Abschnitt. Zum erstgenannten Teile gehören das Corpus striatum und das Riechhirn, zum letztgenannten die Großhirnhemisphären. Die Entwicklung der Großhirnrinde vollzieht sich im Zusammenhang mit dem Geruchssinn; die älteste (pelaeencephale) Rinde ist die Riechrinde, die sich schon bei Fischen findet; die übrige (neencephale) Großhirnrinde entwickelt sich in der aufsteigenden Tierreihe erst allmählich hinzu, indem die Hemisphären immer größer werden und die übrigen Teile des Gehirns immer mehr mantelartig bedecken und sie an Bedeutung zurückdrängen.

Vom Knochenfisch, dessen Großhirn Zentralorgan des Geruches darstellt und keine die anderen Teile zudeckenden Hemisphären entwickelt,

führt die Stufenleiter über beispielsweise das Kaninchen, bei dem der basal gelegene Riechlappen schon erheblich kleiner ist als der dorsale neencephale Großhirnteil (der sich über Zwischen- und Mittelhirn hinweglegt) endlich hinauf zum Menschen, bei dem die palaeencephale Riechrinde zu einem kleinen Gebiete an der Hirnbasis reduziert erscheint, während die Hemisphären eine überaus mächtige Entwicklung erreicht haben und nicht nur das Zwischen- und Mittelhirn, sondern auch das Hinterhirn noch völlig bedecken. Weitere Oberflächenvergrößerungen werden, wie bekannt, durch Furchung erzielt.

Hand in Hand mit dieser anatomischen Vervollkommnung wächst die physiologische Bedeutung des Großhirns. Je höher eine Tierart in der Entwicklungsreihe steht, je mannigfaltiger ihre Aufgaben, je komplizierter ihre Existenzbedingungen sind, desto mächtiger ist die Entwicklung des Großhirns, und desto mehr werden die nervösen Verrichtungen vom Großhirn beherrscht. Je höher wir in der Tierreihe aufsteigen, desto mehr sehen wir, daß die Führung bei der Funktion von tieferen Hirnteilen (Medulla spinalis, Medulla oblongata, Mittelhirn usw.) an das Großhirn abgegeben wird: das ist die Wanderung der Funktion nach dem Vorderende (Steiner). Diese Wanderung nach dem Kopfende macht nun Verf. an der Organisation des zentralen Sehapparates nach v. Monakow klar.

Beim Knochenfisch mündet der ganze Sehnerv in das Mittelhirn (deshalb Lob. opt. genannt), in das phylogenetisch sehr alte Sehzentrum. Hier findet eine primitive, assoziative und mnemische Verarbeitung der optischen Eindrücke statt. Von diesem alten Mutterzentrum spaltet sich in der aufsteigenden Tierreihe bald ein phylogenetisch junges Sehzentrum ab, indem nun nicht mehr der ganze Sehnerv zum Mittelhirn zieht, sondern ein Teil desselben in ein Zwischenhirngebilde (das Corp. gen. ext.) mündet und durch dessen Vermittelung mit der Großhirnrinde (Occipital- oder Sehrinde) in Verbindung tritt. So ist bereits beim Reptil ein Teil der Sehfunktion vom ursprünglichen Sehzentrum im Mittelhirn an das phylogenetisch junge Sehzentrum im Zwischenhirn (das v. Monakow zum Großhirn rechnet) abgegeben worden. Je höher wir in der Wirbeltierreihe aufsteigen, desto weiter schreitet diese Wanderung der Sehfunktion nach dem Großhirn fort. So sehen wir bei der Katze und beim Hunde schon die Mehrzahl der Sehnervenfasern durch Vermittelung des Zwischenhirns mit der Großhirnrinde (der corticalen Sehsphäre) in Verbindung treten, während nur ein kleinerer Teil noch in das alte Mittelhirn-Sehzentrum zieht. Noch mehr verschieben sich diese Verhältnisse zugunsten des Großhirns bei Primaten (bei Affen und dem Men-

schen); aber selbst beim Menschen mündet noch ein kleiner Teil der Sehnervenfasern in das Mittelhirn (in den vorderen Zweihügel).

Aus diesen anatomischen Betrachtungen wird es klar, daß die Großhirnrinde (speziell die Sehrinde) in bezug auf den Sehakt eine um so größere Bedeutung hat, je höher das betreffende Tier in der Tierreihe steht. Während beim Knochenfisch eine Abtragung des Großhirns keine nachweisbare Störung des Gesichtssinnes zur Folge hat, ist beim Menschen der Anteil der Sehrinde am Sehakt so hervorragend, daß ihre doppelseitige Zerstörung eine vollständige Blindheit (die sogenannte Rindenblindheit) zur Folge hat; das phylogenetisch alte Sehzentrum im Mittelhirn befindet sich auf rudimentärer Stufe — es ist wahrscheinlich zur Rolle eines Reflexzentrums für die Pupille herabgesunken.

Bei Fischen, bei denen das Großhirn in der Hauptsache ein Riechzentrum darstellt, werden die Folgen der Exstirpation des Großhirns sich nach der Bedeutung richten, die der Geruchssinn für das Leben der betreffenden Art hat. Bei den Knochenfischen (Döbel und Karpfen), bei denen der Gesichtssinn gut entwickelt ist, sind Störungen nach Großhirnabtragung kaum nachweisbar. Bei Knorpelfischen (Seehai) sind die Sehstörungen nach Abtragung des Großhirns schon bedeutend schwerer; das beruht nach Steiner darauf, daß der Geruchssinn, der durch Abtragung des Großhirns vernichtet wird, beim Hai eine viel größere Rolle spielt als beim Knochenfische und für die Auffindung der Beute sogar unentbehrlich ist. Bei Amphibien ist am Frosche nachgewiesen worden, daß dieser (nach anfänglichem Verluste spontaner Bewegungsmöglichkeit) doch eine Zeitlang nach der Exstirpation des Großhirnes wieder sich bewegen lernt, daß er wieder springt und Fliegen fängt (Schröder). Optische Bilder werden sicher rezipiert und verwertet; Hindernisse werden vermieden; das Mittelhirnsehen reicht dafür aus, was begreiflich erscheint, da doch die Mehrzahl der Sehnervenfasern in das Mittelhirn mündet. Bei Reptilien (Eidechsen, Schlangen, Schildkröten) sind die Störungen nach Abtragung des Großhirns im wesentlichen die gleichen wie beim Frosche. Bei Vögeln mit bereits ansehnlichen Hemisphären sind diese Störungen naturgemäß größere; die Erscheinungen haben Flourens und Munk genau beschrieben. Nach Schrader tritt eine gewisse Zeit nach der Operation ein gegen die Anfangserscheinungen stark kontrastierender Bewegungsdrang auf, der durch optische Reize unterhalten werden soll: der Gesichtssinn der großhirnlosen Taube ist nicht wesentlich geschädigt — das entspricht den anatomischen Verhältnissen; sie hat nicht nur optische Eindrücke, welche genügen, Hindernisse zu vermeiden, sondern es findet auch eine höhere Verarbeitung derselben



zu einer vollkommen richtigen Beurteilung von Abstand, Form und Größe der Außendinge statt. Bei Säugetieren ist am Hunde experimentiert worden (Goltz und Rottmann). Die Fähigkeit der Nahrungsaufnahme bleibt nach zeitlicher Aufhebung erhalten, auch die Tätigkeit der Fortbewegung. Die Störungen der Sinnesempfindungen, hier insbesondere für die Sehfunktion, sind sehr schwere; Säugetiere sind fast völlig blind — ein prägnantes Beispiel für die fortschreitende Wanderung dieser Funktion nach dem Großhirn. Beim Vogel liegt das Sehzentrum noch hauptsächlich im Mittelhirn, beim Hund ist es zum größten Teile in das Zwischen- und Großhirn abgegeben worden. Einen großhirnlosen Menschen haben vor kurzem Edinger und Fischer beschrieben, der als vollständig blind gelten konnte. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

IV. Diagnostik.

Turturica, Th., Der Wert des suborbitalen Irisdruckes zur Diagnose der Mondblindheit (Vet.-med. Dissertation Bukarest [rumänisch] 1912). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

V. Pathologie.

Abelsdorff, Die Wirkung experimenteller Thorium X-Einspritzungen auf das Auge (Berl. ophthalm. Gesellsch. 1914).

Unsere Kenntnis von der Einwirkung der Strahlen radioaktiver Substanzen auf das normale Auge beruht auf Bestrahlungsversuchen, bei welchen die Strahlen von vorn in das Auge gelangen. Naturgemäß werden hierbei die einzelnen Teile des Auges in sehr ungleichem Grade von den Strahlen getroffen. Um diese Ungleichmäßigkeit zu vermindern und so einen genaueren Einblick in die Wirkungsart der Strahlen zu gewinnen, hat Verf. die strahlende Substanz in Form von Thorium X-Lösung in das Auge selbst eingeführt.

Die Einspritzung von Thorium X-Lösung in die Vorderkammer erzeugt beim Kaninchen Entfärbung der Iris, die sich bei geeigneter Dosis bis zur vollständigen Atrophie steigern kann. Bei größeren Dosen gesellt sich eine Keratitis parenchymatosa, auch Geschwürsbildung der Hornhaut und heftige Conjunctivitis hinzu.

Bei Injektionen in den Glaskörper treten starke Veränderungen in den Netzhautgefäßen, Blutungen und Exsudate auf, die schließlich das Bild einer abgelaufenen Chorioretinitis mit partieller Atrophie der Seh-

nerven erzeugen. Auch hierbei tritt eine Entfärbung der Iris ein. Die Linse bleibt durchsichtig.

Alle diese, teils primär, teils sekundär durch Gefäßalteration mit Thrombosenbildung entstandenen Veränderungen sind ausschließlich auf die in der Thorium X-Lösung enthaltenen Strahlen zu beziehen. Sehr deutlich ist die verschiedene elektive Empfindlichkeit der verschiedenen Gewebe gegen die Strahlenwirkung. Den Gegensatz zu der durchsichtig bleibenden Linse bilden die Chromatophoren der Iris, welche auf die kleinsten Dosen mit Degeneration reagieren.

Die mehrfach erörterte Frage, ob dem Thorium X außer einem zentralen Einfluß auf die Zirkulation auch eine direkte Schädigung der Gefäßwandungen selbst zukomme, ist durch die Augenspiegel- und anatomische Untersuchung in letzterem Sinne entschieden (Demonstration lebender Tiere und anatomischer Präparate). *C. Adam* (*Berlin*).

Bauch, Eine ansteckende Hornhautentzündung bei Meutehunden (Zeitschr. f. Veterinärk., Bd. XXV, p. 211).

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Becker, Entropium spasticum bei einem Pferde (Zeitschr. f. Veterinärk., Bd. XXV, p. 305).

Der Verf. behandelt ein nach mehrfacher Conjunctivitis auftretendes Entropium beim Pferde in der üblichen Weise durch die Operation: er entfernte so viel von der Haut des betreffenden Oberlides, daß der Lidrand seine normale Lage sofort wieder bekam. Da aber kurze Zeit nach dieser Operation abermals ein Entropium entstand und eine zweite Operation notwendig wurde, empfiehlt Verf., von vornherein so viel von der äußeren Haut wegzunehmen, daß nach dem Nähen ein leichtes Ektropium entsteht. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Borst, M., Die Verpflanzung normaler Gewebe in ihrer Beziehung zur zoologischen und individuellen Verwandtschaft (Auto-, Iso-, Heteroplastik) (17. Internat. mediz. Kongreß, London 1913, Sektion III, Allg. Pathol. u. pathol. Anat., Diskussion No. 3, — Bericht, p. 171—268).

Der Ref. geht zunächst auf die theoretische und praktische Bedeutung der Transplantation ein, sodann auf die verschiedenen Möglichkeiten eines Erfolges, wobei zunächst die allgemeinen den Erfolg fördernden oder hemmenden Bedingungen besprochen werden. Es folgt dann eine ausführliche Besprechung der Erfolge auf dem Gebiete der Heteroplastik,

Isoplastik und Autoplastik. Während die beiden ersten Methoden bei höheren Tieren fast stets Mißerfolge aufweisen, werden durch die autoplastische Gewebsverpflanzung teilweise ausgezeichnete Resultate erzielt. Es wird dann weiter auf die Ursachen des Mißlingens der Iso- und Heteroplastik des näheren eingegangen. Die Überlegenheit der Autoplastik erscheint in erster Linie bedingt durch die bei ihr nach Gebühr zu ihrem Rechte kommende biochemische Eigenart des betreffenden Organismus, so daß die in diesem Sinne zu erfolgende Proklamation der Individualität ein Hauptresultat aller dieser Untersuchungen ist.

G. Freytag (*München*).

Bürgi, O., Über Hornhautveränderungen bei Pferd und Hund (Festschr. d. Dozenten d. Univers. Zürich 1914, Veterinärmedizinische Fakultät, p. 47).

Ein allgemeiner Überblick über die Hornhautveränderuugen bei Pferd und Hund. Die Erkrankungen beim Hunde sind nach den Untersuchungen Heussers geschildert, die im IV. Jahrgange dieses Archives p. 115 referiert worden sind. Verf. beschreibt beim Pferde kurz unter Berücksichtigung des mikroskopischen Bildes die oberflächliche Hornhautentzündung, die parenchymatöse nicht eitrige Keratitis, die Keratitis punctata, die eitrige Keratitis, Hornhautwunden (Epithelerosionen, Verletzungen, die das Stroma treffen, und Perforationen), Verätzungen der Hornhaut, Neubildungen und Trübungen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Cancel et **Busquet,** Strabisme vertical et strabisme intermédiaire avec asymétrie de la face et déviation de la tête chez un cheval (Revue vétérinaire militaire. September 1913). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Coats, G., Some instances of disease in the animal eye; small superficial white rings on the cornea (Proceed. of the Royal Soc. of med. 1913, Vol. VII, Sect. of Ophth. pp. 10—37 u. 3—4).

I. A form of keratitis in the dog.

Es handelt sich um eine Keratitisform beim Hunde, die an fünf bis sechs Tieren beobachtet und an den Augen eines Tieres pathologisch-anatomisch untersucht wurde. In der Hauptsache war eine Infiltration der oberflächlicheren Schichten, mit Pigmenteinwanderung vom Limbus her, vorhanden. Die Erkrankung verläuft chronisch.

II. Retinal degeneration following distemper in a dog.

Erblindung. Völlige Atrophie der Bipolaren der inneren Körnerschicht. Circumscripte Herde, in denen die Stäbchen und Zapfen zugrunde gegangen, die Limitans ext. unterbrochen und die äußere Körnerschicht teilweise atrophiert ist. Nervenfaser- und Ganglienzellenschicht wenig alteriert. Retinalgefäße normal. Keine anderen intraocularen Veränderungen.

III. Choroido-retinal degeneration and inflammation in animals.

Es handelte sich um einen Wachtelhund, einen Waschbär, einen Wolf, ein wildes Schaf (Ovis Burrheli), ein Känguruh, eine Hyäne, ein Frettchen, einen Bär, ein Pekarischwein (Dicotyles Tajaca) und einen Hund. Die interessanten Fälle müssen näher nach dem Original studiert werden. Der Verf. unterscheidet bei diesen Fällen Degeneration und Entzündung voneinander.

IV. Small superficial white rings on the cornea.

Knabe von elf Jahren. *G. Freytag (München).*

Eberlein, R., Über ein Spindelzellensarkom am Auge des Pferdes (Verhandl. d. deutsch. Röntgengesellsch. Bd. VIII).

Durch kombinierte Behandlung, d. h. durch chirurgische Abtragung mit nachfolgender Röntgenbestrahlung, wurde ein Spindelzellensarkom am Auge des Pferdes zur Heilung gebracht. Trotzdem die Bestrahlung 144 Minuten lang dauerte, hat das Auge doch keinen Schaden genommen.

O. Zietzschmann (Zürich).

Fambach, Atrophie der Sehnervenpapille beim Pferd und deren forensische Beurteilung (Bericht der Tierärztl. Hochschule zu Dresden über das Jahr 1912, p. 238).

Ophthalmoskopisch wurde einseitige Atrophie der Papille festgestellt bei einem Pferde, dessen Besitzer innerhalb der Gewährsfrist Klage wegen Gewährsfehlers erhoben hatte. Andere Erscheinungen am Auge fehlten bis auf Quellung und Auflockerung der Retina in der Nachbarschaft der Papille. Die Begutachtung durch den Sachverständigen lautete: Periodische Augenentzündung im klinischen Sinne liegt nicht vor. Forensisch ist aber der Begriff der periodischen Augenentzündung weiter zu fassen und auf alle entzündlichen Veränderungen an den inneren Organen des Auges, die auf inneren Einwirkungen beruhen, zu erweitern. Und die vorhandenen Veränderungen sind als entzündliche an inneren Augenteilen

aufzufassen, entstanden durch innere Einwirkungen. Die Art der Erkrankung fällt demnach unter Punkt 5 der Kaiserlichen Verordnung vom 27. März 1899. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Gamper, F. H., Die Stillingschen Anschauungen über die Entstehung der Myopie unter Berücksichtigung des Röntgenbildes (Med. Inaug.-Diss., Zürich 1914). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

***Gökel, G.**, Beurteilung des Augenspiegelbefundes insbesondere bei Remonten (Vet.-med. Inaug.-Diss., Wien).

Cataracta lentis partialis in Form von einzelnen, hauptsächlich in der hinteren Rindenschicht der Linsensubstanz liegenden Punkten stört das Sehvermögen nicht und ist auch für das weitere Schicksal des Auges von keiner wesentlichen Bedeutung; es können daher solche Pferde für Zwecke der Armee als vollkommen diensttaugliche Remonten verwendet werden. Auch die Augen mit Cataracta lentis partialis in Form vieler, zu Gruppen vereinigter Punkte oder feiner Figuren sind so zu beurteilen. Starpunkte (Cataracta capsularis) sind insofern vorsichtiger zu beurteilen, als dieselben häufig erworben und als Residuen aus einer Iritis hervorgegangen sind. Bei geringer Größe und seitlicher Lage können aber solche angeborene Läsionen günstig beurteilt werden. Traubenkornanomalien als angeborene Bildungsvariationen in Größe und Konfiguration üben keinen ungünstigen Einfluß auf das Sehvermögen der Pferde bei sonst gesund erscheinenden Augen aus. Dagegen sind Lostrennungen und Einreißungen an Traubenkörnern nach vorausgegangener Iritis mit hinterer Synechie prognostisch sehr vorsichtig zu bewerten. Iriskolobom ließ in einem Falle die Gebrauchsfähigkeit des Pferdes nicht vermindert erscheinen. Mit Myopie, Hypermetropie oder Sclerose der Linse behaftete Pferde versahen ihren Dienst anstandslos, wenn auch in einzelnen Fällen (8) die Tiere leicht scheuen. Von Glaskörpertrübungen erscheinen die Schmidtschen Membranen belanglos, ebenso Flocken und Fäden selbst im verflüssigten, jedoch sonst durchsichtigen Glaskörper (angeborene oder Involutionszustände); diffuse Trübungen schließen naturgemäß eine Gebrauchstüchtigkeit aus. Verschwommene, schmutzig-grüne pigmentierte Flecke im Tapetum nigrum sind bei Fehlen anderer Anomalien belanglos; das gleiche gilt von Tapetuminseln, Tapetumkolobom, abnormer Blutgefäßbildung, Pigmentanomalien im Tapetum, markhaltigen Sehnervenfasern in der Retina, schwarzen Punkten

in der normalen Papille, Cholestearinkristalle im Glaskörper und Pigmentflecken auf der Cornea unterhalb der Sehachse. Vorsicht ist dagegen geboten bei unregelmäßiger Form der Pupille, Cataracta diffusa progressiva, Totalstar, hinterer Synechie u. s. f. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Gutmann, A., Untersuchungen über orbitale Verschieblichkeit des Bulbus bei hochgradigen Refraktionsanomalien und intraocularer Drucksteigerung (Zeitschr. f. Augenheilk., April 1914).

Die Untersuchungen hochgradig achsenmyopischer Bulbi auf ihre axiale Verschieblichkeit wurde in Rückenlage des Patienten unter Holokainanästhesie, bei passiver Lidöffnung und Blickrichtung nach oben mittels des Verf. Piezometer (Zeitschr. f. Augenheilk. 1914, H. 2) vorgenommen. Bei hoher Achsenmyopie ist die axiale Verschieblichkeit des Bulbus um 0,3 bis 0,4 mm verringert. In einigen Fällen war eine größere orbitale Verschieblichkeit und damit Bewegungsmöglichkeit, durch größere orbitale Protrusion ermöglicht. Bei hochgradig myopischen Bulben, deren exorbitale Protrusion 14 bis 15 mm entsprach, war die axiale Verschieblichkeit gegenüber Emmetropen um etwa 0,3 mm herabgesetzt; war die exorbitale Protrusion größer, so näherte sich die axiale Verschieblichkeit jener der Emmetropen. Bei Hypermetropen höheren Grades war die Zurückdrängbarkeit im Vergleich zu der bei Emmetropie und Augen mit geringer Ametropie wesentlich erhöht. — Bei Asymmetrie der Gesichtshälften war die Verschieblichkeit verschieden, auch wenn kein Refraktionsunterschied beider Augen bestand. Größer ist die Differenz bei Anisometropie höheren Grades. — Bei erheblicher Drucksteigerung (Glaukom und Sekundärglaukom, 40 mm Hg) ergab sich eine um 0,3 bis 0,4 verringerte Verschieblichkeit. Die Verschieblichkeit wuchs nach Vornahme druckherabsetzender Operation. —

Verf. führt aus, daß diese Resultate der Bulbusverschieblichkeit bei Glaukom eine vollkommene Erklärung in den herrschenden Lehren über das Wesen der intraocularen Drucksteigerung finden.

F. Ruhwandl (*München*).

Hartl, R., Betrachtungen darüber, welche Hauptmängel in eine zu erlassende Verordnung aufgenommen werden sollten (Wiener tierärztl. Monatsschr., 1. Jahrg., p. 3).

Verf. kritisiert den von einer Kommission des Deutschen Veterinärrates gemachten Vorschlag betreffend eine eventuelle Änderung der

Kaiserlichen Verordnung vom 29. III. 99 bezüglich der „Mondblindheit“ des Pferdes, der dahin geht, daß der Begriff des Mangels auf ‚innere Augenerkrankung“ überhaupt ausgedehnt werden solle; unter dieser „inneren Augenerkrankung“ wünscht man eine chronische und unheilbare krankhafte Veränderung der inneren Organe des Auges verstanden zu wissen. Verf. bespricht das Für und Wider einer solchen Auffassung. Auf jeden Fall muß nach Ansicht des Verf.s die Mondblindheit als Hauptmangel weiter belassen werden. Dagegen könnte der in Österreich noch als Hauptmangel aufgeführte „schwarze Star“ (Schönblindheit) als solcher fallen gelassen werden, da er in der bei weitem größten Zahl der Fälle zur Mondblindheit zu rechnen sein dürfte. Die wenigen Fälle von Neuritis nervi optici retrobulbaris könnten am besten von Fall zu Fall beurteilt werden. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Hoffmann, M., Der kataraktöse Zerfallsprozeß der Linse und seine Darstellung im Reagensglas (Münchener med. Wochenschr. 1914, H. 11).

In sämtlichen durch Zerfallsprozesse bedingten Katarakten fand sich Myelin. In frischen Zupfpräparaten tritt dieser Körper in ausgebildeten Myelinfiguren auf, seltener als kugelige, feine Schichtung aufweisende Masse. Der Körper ist anisotrop und löst sich leicht in Alkohol. In Aceton löst er sich nicht. — In der Linsenfaser finden sich feinste rundliche Trübungen, etwas größere Gebilde nehmen bereits Myelinform an. — Die verschiedenen Starformen unterscheiden sich anatomisch lediglich durch die Topographie der Veränderungen und durch die verschiedenen Stadien des Zerfalles. Verf. hält das Auftreten des Myelinkörpers für ein ständiges und spezifisches Merkmal des kataraktösen Prozesses. Er unterwarf mehrere Kalbslinsen der Autolyse. Es bildeten sich bei der aseptischen wie bei der antiseptischen Autolyse Myelinkörper. — Somit erscheint der kataraktöse Zerfall als fermentativer Prozeß. Als Quelle des oder der Fermente ist die Linse anzusehen.

F. Ruhwandl (*München*).

Januschkewitsch, A., Filaria papillosa in der vorderen Augenkammer des Pferdes (Veterinär-Arzt 1913, p. 436). Russisch.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Kaden, Cerebralamaurose auf beiden Augen (Zeitschr. für Veterinärkd., Bd. XXV, p. 302).

Nach einem Sturz traten bei einem Militärpferde neben gewissen nervösen Erscheinungen (schiefe Kopfstellung und Bewegungsstörungen)

besonders am linken Auge Störungen auf: stierer Blick und leichte Auswärtsstellung; einige Tage später wurde links sogar vollständiger und rechts sehr beträchtlicher Mangel des Sehvermögens festgestellt; linke Pupille starr, rechte schwach beweglich; durchsichtige Medien und Augenhintergrund normal. Ruhe und Jodkalium führten zu Besserung des Leidens, das Verf. in einem Bluterguß nach der Schädelhöhle bestehend vermutete, der allmählich resorbiert worden ist.

O. Zietzschmann (Zürich).

Kinsley, A. T., Ocular tumors with case reports (American veterinary Review, Bd. XLIII, p. 291).

Neubildungen der Augengegend sind nicht selten. Verf. berichtet über sechzehn Fälle, von denen zehn den Bulbus mitergriffen hatten. Sarcom und Epitheliom kommen am häufigsten zur Beobachtung; man findet aber auch vereinzelt Carcinome, Endotheliome, Papillome, Fibrome, Myome, Gliome, Chondrome und Osteome.

Das Sarcom entwickelt sich meist im Bulbus selbst (in der Sclera und umgebendem Gewebe). Das Melanosarcom bildet sich in der Chorioidea und in den drei Lidern; es entwickelt sich rapid. Das Epitheliom beobachtet man an den Lidern im Anschluß an Verwundungen, nach Fliegenstichen, im Anschluß an chronische Reizungen (Staub); vereinzelt bildet es sich auch nach Ulcus corneae. Das Cornealepitheliom wird bei Rindern häufig nach infektiöser Conjunctivitis beobachtet; es hat die Neigung zu sehr voluminösen blumenkohlartigen Wucherungen auszuwachsen. Das Carcinom geht von der Retina oder vom subretinalen oder subconjunctivalen Gewebe aus. Endotheliome entwickeln sich aus den Augengefäßen, insbesondere der Chorioidea. Papillome treten am Lidrande auf, Fibrome in dessen Tiefe. Selten sind die Gliome, die man nur im Nervus opticus antrifft. Chondrome sollen vom Lidknorpel ausgehen oder von der Sclera. Osteome entwickeln sich in den der Orbita benachbarten Kopfhöhlen.

Zwei Epitheliome beim Pferde und ein Papillom bei der Kuh ließen die Tötung der Tiere ratsam erscheinen. Der Autor kam zu spät zu diesen Fällen, so daß eine Operation bzw. die Enukleation des Bulbus nicht mehr möglich war. Oberflächliche Eingriffe bei gutartigen Geschwülsten rufen häufig die Ausbildung maligner Tumoren hervor.

O. Zietzschmann (Zürich).

***König, Fr.**, Über Augenstörungen bei Schädelbasisfrakturen (Med. Inaug.-Diss., Zürich).

O. Zietzschmann (Zürich).

Kraemer, Eine durch Trauma entstandene Glaskörpertrübung und umschriebene punktförmige Descemetitis (Zeitschr. f. Veterinärk., Bd. XXV, p. 168).

Es handelt sich um ein als gesund verkauftes Militärpferd, das nach längerem Transport eine zweistecknadelkopfgroße Trübung an der Descemetschen Haut und Glaskörpertrübungen zeigte. Das Tier mußte nach dem Gesetz als „mit periodischer Augenentzündung behaftet“ zurückgenommen werden. Daß es sich im gedachten Falle nur um durch ein Trauma hervorgerufene Veränderungen handelte, geht daraus hervor, daß die Erscheinungen ohne jede Behandlung im Verlaufe von zehn Tagen verschwunden waren. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Löbl, Joseph, Mikrophthalmus congenitus (Allatorvosi Lapok, 1913, p. 65). Ungarisch.

Der Mikrophthalmus konnte bei 10 von 120 Nachkommen eines und desselben Hengstes im Zeitraum von drei Jahren konstatiert werden. Er betraf bald das rechte, bald das linke Auge, das sich als erbsengroßes Rudiment zeigte. Die Augen des Vatertieres erschienen absolut normal.
O. Zietzschmann (*Zürich*).

Nettleship, Blindheit durch Neuritis optica ohne intrakranielle Läsionen bei einem reinrassigen Stiere. Weitere Fälle bei Tieren der gleichen Familie (The veterinary Journal, Bd. LXIX, p. 450, 1913).

Die erste Beobachtung des Verf.s betraf einen Stier der Guernseyrasse. Bis zum elften Monate war das Sehvermögen normal; plötzlich trat Erblindung ein, die zur Tötung im vierzehnten Lebensmonate führte: das Tier konnte sich nicht mehr orientieren, reagierte auf Licht überhaupt nicht mehr; die Pupillen erweitert: Retinagefäße normal, desgleichen die durchsichtigen Augenmedien; jede Entzündungserscheinung fehlte. Bei der Sektion erschien das Gehirn absolut normal, die Augen ließen die Sehnervenpapille im Längsschnitt dreieckig und geschwollen erscheinen; die Venen der Retina waren stark gefüllt, die Arterien fast leer. Die mikroskopische Untersuchung ergab: in der Papille und den benachbarten Retinaabschnitten eine ödematöse, vakuolisierte Geschwulstmasse, die zentral die Nervensubstanz absolut zerstört hatte; Retina ödematös, ihre Nervenelemente degeneriert, Neuroglia gewuchert, Venennetze erweitert, leichte leukocytäre Infiltration; in den Ganglienzellschichten sieht man kaum noch Nervenzellen; das Ödem ist insbesondere in der inneren, teilweise aber auch in der äußeren plexiformen Schicht etabliert, wohin-

gegen die äußeren Körner und Stäbchen und Zapfen intakt erscheinen. Die beiden Sehnerven sind arg degeneriert, und zwar bis zum Chiasma. An Weigert-Präparaten zeigt sich das interfaszikuläre Gewebe gewuchert; die Serosen sind normal, die Gefäßendothelien aber gewuchert. Die zentralen Teile sollen normal gewesen sein. Als Ursache zu diesen Prozessen glaubt Verf. eine Intoxikation vom Blute aus annehmen zu sollen; sie erinnern an Veränderungen bei Bleivergiftung. Ein zweiter Fall wurde nach einem Anfall von Enteritis beobachtet. Im dritten Falle wurde Ölkuchenfütterung als Ursache angenommen; anderen Tieren schadete diese jedoch absolut nicht. Auch der vierte und fünfte Fall betrafen Tiere im ersten und zweiten Lebensjahre, und zwar diese bei einem Besitzer; ophthalmoskopisch konnte nichts festgestellt werden. Die sechste Beobachtung wurde an einem zwei Monate alten weiblichen Tiere gemacht; dasselbe wurde mit abgerahmter und gekochter Milch ernährt. Der siebente Fall ist insofern ein abweichender, als nach plötzlichem Auftreten die Blindheit (die mit Katarrh der Kopfhöhlen einherging) durch Behandlung wieder beseitigt werden konnte. Der Verf. glaubt hier an eine Neuritis optica retrobulbaris im Anschluß an eine Entzündung der Keilbeinhöhlenschleimhaut; es handelte sich um ein Kalb der Jerseyrasse. Der achte Fall endlich betrifft ein neugeborenes Kalb der holsteinschen Rasse, das blind geboren wurde.

Die ersten fünf Fälle betrafen Guernsey-Stiere, in denen vier im Alter von zehn bis zwölf Monaten erkrankten. Alle fünf waren unheilbar. Klinisch bemerkte man bei ihnen nur Kreisbewegungen und solche mit der Zunge; die Ernährung ging ohne Störung vonstatten. Da die fünf Tiere als mehr oder weniger miteinander verwandt anzusehen sind, so glaubt Verf., daß die Neuritis optica die Folge von hereditärer Veranlagung gewesen sein könnte. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Novellone, L., Cheratite e conjuntivite da corpi estranei dovuto agli aculei del commune frutto del fico d'India (Giornale della Società Naz. Veterinar., 1913, p. 1083).

Keratitis und Conjunctivitis, verursacht durch die Fruchthaare der indischen Feige. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Paola, P. di, Panoftalmite traumatica dell' enucleazione e dell' eviscerazione del globo oculare (Il nuovo Ercolani, 1913, p. 145).

Panophthalmitis traumatica wurde in drei Fällen beobachtet, zweimal beim Pferde und einmal beim Ochsen. Der eine Fall beim Pferde heilte

unter Erblindung und Atrophie des Bulbus bei einfacher antiseptischer Spülung, der zweite führte zu Phlegmone der Orbita, Septikämie und Tod. Beim Ochsen wurde der Bulbus exstirpiert; Heilung; aber vierzehn Tage nachher wurde das andere Auge ergriffen. Verf. glaubt, es handle sich hier um eine sympathische Panophthalmie. Auch das zweite Auge wurde enukleiert. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Preußischer, sächsischer und württembergischer statistischer Militär-Veterinärbericht, Augenkrankheiten unter den Pferden der preußischen Armee, der beiden sächsischen und des württembergischen Armeekorps im Jahre 1912 (p. 96).

Wegen Augenkrankheiten wurden 1308 Militärpferde in Behandlung genommen. Es sind dies 2,05 % aller Erkrankten und 1,13 % der Iststärke. Davon sind geheilt 1116 = 85,31 %, gebessert und dienstbrauchbar 158 = 12,07 %, ausrangiert 13 = 0,99 % und getötet 1 = 0,07 %. In weiterer Behandlung blieben am Schlusse des Jahres 20 Pferde. Im Vergleich zum Vorjahre sind 103 Fälle weniger vorgekommen und der Verlust war um 5 Tiere geringer. Bei 652 dieser Patienten handelte es sich um Wunden oder Quetschungen, bei 86 um akuten Bindehautkatarrh, bei 372 um Hornhautentzündung, bei 24 um Entzündung der Regenbogen- und Aderhaut (davon wurden 17 geheilt), bei 166 um periodische Augenentzündung (74 = 44,58 % geheilt; 78 = 46,38 % gebessert; 9 = 5,42 % ausrangiert; der Rest in Behandlung geblieben), bei 5 um grauen, bei 3 um schwarzen Star.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Railliet et Hewey, Contribution à l'étude des nématodes, parasites de l'œil du chien (Bulletin de médecine vétérinaire, Bd. LXVII, p. 209, 1913).

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Rivabella, St., Contributo allo studio delle anomalie congenite dell' occhio (La Clinica veterinaria, p. 51, 1913).

Es handelt sich um ein erbsengroßes Dermoid der Conjunctiva im temporalen Augenwinkel beim Hunde. Heilung nach operativer Entfernung. In einem anderen Falle fehlte bei der Katze an beiden Augen der obere Teil des Lidsackes: Das obere Lid ist mit der Cornea derart verwachsen, daß es die oberen drei Vierteile der Hornhaut bedeckt. Interessant wären Angaben über die Mündungsverhältnisse der Tränendrüse gewesen. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Römer, P. (Greifswald), Die mikrochemische Bestimmung des Kochsalz- und Eiweißgehaltes des Kammerwassers und das Wesen der intraocularen Drucksteigerung nach subconjunctivalem Kochsalzreiz (Berl. ophthalm. Gesellsch., **21.** März **1914.**)

Verf. bringt einen Schlußüberblick über die Untersuchungen, die Kochmann und Römer gemeinsam über den pathologischen Flüssigkeitswechsel des Auges angestellt haben. Die Arbeit erscheint im Graefeschen Archiv. Hervorgehoben sei nur folgendes: Die nach intravenöser Injektion vom Komaserum beim Kaninchen auftretende Hypotonie kann durch eine veränderte Blutverteilung erklärt werden. Die Schwankungen des intraocularen Druckes sind lediglich abhängig von den Gesetzen der arteriellen Blutverteilung, der mit Vorliebe betonte Parallelismus zwischen Augendruck- und Blutdruckschwankungen betrifft eine von neun Möglichkeiten. — Die Drucksteigerung, welche nach subconjunctivalem Kochsalzreiz im Auge eintritt, beruht nicht auf einen Reflex, sondern das Kochsalz dringt in die vordere Augenkammer ein und bewirkt hier eine osmotische oder chemische Schädigung der Gefäße im Augeninnern, wie die Ergebnisse der mikrochemischen Bestimmung nach Ivan Bang dartun. Das Maximum des Eiweißgehaltes in der Vorderkammer nach subconjunctivalem Kochsalzreiz fällt nicht mit dem Gipfelpunkt der intraocularen Drucksteigerung zusammen. — Es wird zum ersten Mal nachgewiesen, daß diese intraoculare Drucksteigerung nach subconjunctivalem Kochsalzreiz durch therapeutische Maßnahmen vom allgemeinen Kreislauf aus verhütet werden kann.

C. Adam (*Berlin*).

Samuels, B., Über Ektropium uveae congenitum (Zeitschr. für Augenheilk., April-Mai, 1914).

Verf. konnte die zwei Augen eines Patienten mit Ektropium uveae mikroskopisch untersuchen. Die Iris verhielt sich im Bereiche des Ektropiums verschieden; sie ist auf das doppelte verdickt, das Irisstroma besteht aus einer dichten faserig-zelligen, gefäßarmen Schicht. Der Sphincter reicht am Pupillarrande unmittelbar an das evertierte Pigmentblatt heran. Gegen den Ciliarrand des Sphincters wird das Irisgewebe dicker; es sind reichlich Klumpenzellen eingelagert. Das vor dem Sphincter gelegene Stromablatt der Iris ist um so dichter und gefäßreicher, je weiter es gegen die Mitte des ektropionierten Feldes zu liegt. — An depigmentierten Schnitten zeigte sich, daß das Pigmentblatt der Irishinterfläche normales Aussehen besitzt. Im Sphincterbereiche ist das Irisstroma von dem großzelligen, normalen Epithel durch eine unregelmäßige Schicht flacher

Epithelzellen getrennt. Diese Schicht geht unmittelbar am Pupillarrand in eine flache Epithelschicht über und schlägt sich nach außen um. In den mittleren Abschnitten des Ektropiums zeigt sich, der Vorderfläche des Ektropiums aufliegend, eine Schicht flacher Epithelzellen.

Es folgen Literaturhinweise. — In des Verf.s Fall ist bemerkenswert, daß bei der Schürzenform des Ektropiums der periphere Rand in inniger Verbindung mit dem Irisstroma steht. *F. Ruhwandl* (*München*).

***Scheerer, Ernst,** Über die Geschwülste der Meibomschen Drüsen und über die Therapie der Lidgeschwülste im allgemeinen (Med. Inaug.-Diss., Freiburg 1913).

Die Geschwülste der Meibomschen Drüsen entsprechen den von den Talgdrüsen der Haut ausgehenden Neubildungen. Sie sind wie diese Basalzellentumoren und gleichen ihnen in ihrer Genese, feineren Histologie, sowie in ihrer geringen Neigung zu destruierendem Wachstum, Metastasen und Rezidiven vollständig. Dagegen unterscheiden sie sich von ihnen durch die Architektur und klinische Form, entsprechend den besonderen Eigenschaften ihres Mutterbodens. Sie können rein klinisch mit Chalazien, beginnenden Sarkomen und von anderen tiefen Liddrüsen ausgehenden Tumoren verwechselt werden. Gegenüber den anderen Lidkarzinomen zeigen sie eine Bevorzugung des Oberlides, dagegen keine Bevorzugung des weiblichen Geschlechtes. Als zwar langsam, aber ohne selbständigen Stillstand weiterwuchernde Gewächse bilden sie eine Gefahr für ihren Träger und sind deshalb radikal zu behandeln. Alle bisherigen Tumoren dieser Art sind auf chirurgischem Wege entfernt worden; dort kommen auch für sie alle die Methoden in Betracht, die neuerdings gegen Lidtumoren Verwendung finden. Ist die Entfernung eines ganzen Unterlides nötig, so gibt die Büdingersche Ohrknorpel-Hautlappenmethode die besten Resultate. Die Totalplastik des Oberlides ist bisher noch mit keiner Methode in befriedigendem Maße zu erreichen.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Schlegel, M., Eine merkwürdige Mißbildung: drei birngroße Teratome in der rechten Orbita, kombiniert mit Hypoplasie, mit Mikrophthalmie, mit Agenesis des N. opticus und des Conjunctivalsackes am rechten Auge bei einem sonst normal entwickelten Schlachtschwein (Berl. tierärztl. Wochenschr., Bd. XXX, p. 165, 1914).

Drei verschieden große Teratome drängen sich aus der Orbita her-

vor. Die Teratome enthalten embryonales Bindegewebe, Knochengewebe, Fettgewebe, Muskelfasern und Nervengewebe; von der zarten äußeren Decke aus sind mächtige Schweißdrüsen eingewuchert. Durch diese Geschwülste wird der Bulbus in die Orbita zurückgedrängt. Die Cornea ist mit überlagernden Teilen der Haut verwachsen und deshalb trübe, graubräunlich. Sie liegt der Iris und Linse dicht auf. Obwohl die Retina ausgebildet sein soll (nähere Angaben fehlen leider), ist der Sehnerv „in Form eines $1^1/_2$ cm langen rudimentären fadenförmigen Restes vorhanden“. Im Foramen opticum soll sich lediglich Fett gefunden haben; die zentral gelegenen Teile wurden nicht untersucht. Die Größe des Gesamtbulbus ist um ein Drittel hinter der normalen zurückgeblieben.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Selan, N., Dermoid der Cornea bei einem Kalbe (La Clinica veterinaria, p. 720, 1913). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Steinbeck, Über Glaskörpererkrankungen (Zeitschr. f. Veterinärk., Bd. XXV., p. 365).

Es wurden 140 Pferde im Alter von 4 bis zu 19 Jahren auf Glaskörpertrübungen hin untersucht. Bei 25 dieser Tiere wurden auf einem, bei 10 auf beiden Augen solche gefunden. 22mal konnten andere Veränderungen am Auge nebenher nicht konstatiert werden.

O. Zietzschmann (*Zürich*).

***Strebel, J.**, Über einen Fall vom Typus monolateralis einer Myopia permagna mit sogenanntem Staphyloma verum posticum totale S-sclerectasia circumscripta postica totalis (Med. Inaug.-Diss., Zürich 1913).

O. Zietzschmann (*Zürich*).

Strebel, J., Korrelation der Vererbung von Augenleiden (Ektopia lentium cong., Ektopia pupillae, Myopia) und Herzfehlern in der Nachkommenschaft Schleuß-Winkler (Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiol., 10. Jahrg. 1913, p. 470). *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

***Szily, Aurel v.** (experimenteller Mitarbeiter: U. Arisawa), Die Anaphylaxie in der Augenheilkunde. Vorwort von Th. Axenfeld (X und 317 p. mit 13 Taf., darunter 10 farbigen u. 4 Textabbild., Stuttgart, Enke 1914).

Es ist sehr dankenswert, daß der auf dem Gebiete der Anaphylaxielehre schon verdiente Autor den Ophthalmologen dieses teilweise neue Forschungen mitteilende, zusammenfassende Werk zur Verfügung gestellt hat. Es ist naturgemäß nicht möglich, hier auf Einzelheiten einzugehen. Nach einem historischen Überblick über die Entwicklung des Anaphylaxiebegriffes und nach einer allgemeinen Einführung in die Grundprinzipien wird die Technik der Anaphylaxieversuche mit besonderer Berücksichtigung der Augengewebe besprochen. Es folgen die toxischen Eigenschaften der Augengewebe, Sensibilisierung des Organismus vom Auge aus und Teilnahme des Auges an der allgemeinen Anaphylaxie, Erscheinungen der experimentell anaphylaktischen Erkrankungen am Auge, die Bedeutung des sogenannten Bakterien-Anaphylatoxins für die Pathologie des Auges. Es folgt weiter die Beziehung zwischen Anaphylaxie und verschiedenen Augenaffektionen (die sympathische Ophthalmie als anaphylaktische Uveitis, Conjunctiva und Anaphylaxie usw.). Auch auf die Überempfindlichkeit gegen chemische Substanzen wird eingegangen, sowie zum Schluß auch auf die pathologische Anatomie der anaphylaktischen Entzündungen des Auges. Wesentlich ist auch das ausführliche Literaturverzeichnis.

G. Freytag (München).

Tischomirow, K., Amaurosis infolge der kontagiösen Pleuropneumonie (Veterinär-Arzt 1913, p. 374). Russisch.
Betrifft das Pferd. *O. Zietzschmann (Zürich).*

Vermeulen, H. O., Een merkwaardige oogafwijking bij een paard (Tijdschrift voor Veeartsenijkunde 11. Juni).

Ablation der Chorioidea, Degeneration der Retina und des Glaskörpers, Wucherung der Pars ciliaris retinae beim Pferde.

O. Zietzschmann (Zürich).

Veröffentlichungen aus dem Jahres-Veterinär-Berichten der beamteten Tierärzte Preußens für das Jahr 1910 (2. Teil, p. 20 1913).
Infektiöse Augenentzündungen bei Rindern und Schafen.

O. Zietzschmann (Zürich).

VI. Therapie.

Cisternino, N., Il cianuro di mercurio nella cura della flussione lunatica del cavallo (Giornale della Società Naz. Vet. 1913, p. 329).

Durch 7 subconjunctivale Injektionen von Quecksilbercyanür soll in einem Falle von periodischer Augenentzündung rasche Heilung zu erzielen gewesen sein. Das Pferd soll nach der Behandlung besser gesehen haben als vor der Erkrankung! *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Kordobowsky, J., Fibrolysin und seine Anwendung bei der periodischen Augenentzündung (Veterinär-Arzt 1913, p. 760). Russisch.

Fibrolysin beeinflußte die Prozesse der periodischen Augenentzündung günstig; bei Trübung der Hornhaut und bei Exsudat in der vorderen Augenkammer applizierte Verf. das Präparat in Lösungen mit Aqua dest. zu gleichen Teilen in den Conjunctivalsack. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Kuzokon, N., Fibrolysin in der Augenpraxis (Veterinär-Arzt 1913 p. 262). Russisch.

Einige Fälle von Synechia posterior beim Pferde wurden mit gutem Erfolge durch Fibrolysin behandelt. Das Mittel wurde 3—5mal in Dosen von 11,5 g subkutan appliziert. Nachfolgende Atropininstillation beeinflußte die Prozesse günstig, während vorhergehende Gaben ohne Wirkung blieben. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Löbl, Joseph, Künstliche Augen (Allatorvosi Lapok 1913, p. 271). Ungarisch. *O. Zietzschmann* (*Zürich*).

Musy, Th., Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß der Massage auf das Verhalten von Tusche im Auge (Zeitschr. f. Augenheilk., Febr.-März 1914).

Verf. stellte seine Versuche ausschließlich an gesunden albinotischen Kaninchen an, die vorher ophthalmoskopiert worden waren. Es wurde eine dicke sterile Tuscheemulsion bei jeder Versuchsreihe, je einem Kaninchen subconjunctival, in die Vorderkammer und in den Bulbus eingespritzt. — Die Tiere der ersten Versuchsreihe wurden eine Stunde nach der Einspritzung, die der zweiten nach vierzehn Tagen und die der dritten nach vier Wochen getötet. — Die Tiere der ersten Serie wurden ein einziges Mal am linken Auge massiert. Bei den übrigen wurde vom zweiten Tage beginnend alle zwei Tage bis zum Ende der Versuchszeit massiert, und zwar zirkulär durchs Oberlid fünf Minuten lang. — Nach den subconjunctivalen Einspritzungen war die Tusche hervorragend in den peribulbären Lymphspalten verbreitet bis in die Lider. Nach Einspritzung in die Vorderkammer fand sich am meisten Tusche im Kammerwinkel

und im Corpus ciliare, weniger in der Iris. Die Körnchen, die in das Irisparenchym eindringen, sind in Leukocyten eingeschlossen. Nach Einspritzung in Vorderkammer und Glaskörper fand sich in Versuchsreihe 1 (kurzdauernder Versuch) Tusche in episcleralen Gefäßen. Aus dem Glaskörper nimmt die Tusche zweierlei Wege: einmal um die Linse herum durch die Pupille in die Vorderkammer; der andere geht nach hinten durch die adventitiellen Scheiden der Arteria centralis. — Unter dem Einfluß der Massage treten schwarze Tuschewolken aus der Papille in die Vorderkammer viel früher und deutlicher als ohne Massage. Während sich nach Injektion in dem Glaskörper am nichtmassierten Auge Tusche in großer Menge im Opticus fand, ging am massierten Auge die Tusche in kurzer Zeit in die Vorderkammer über, und ist im Opticus nur in geringer Menge. — Ophthalmoskopisch war festzustellen, daß die Tusche rascher aus dem massierten Auge verschwand, als aus dem nichtmassierten.

Verf. folgert aus seinen Versuchen: 1. Die Massage befördert die Resorption von im Bulbus vorhandenen fremden Substanzen, wie es scheint, durch gesteigerte Flüssigkeitsströmung. 2. Die Massage treibt die Flüssigkeitsströmung anscheinend vom Glaskörper in der Richtung gegen die Vorderkammer. Die Beobachtung, daß unter der Massage Vorströmen von Tusche aus dem Glaskörper in die Vorderkammer eintrat, und daß bei diesen massierten Augen in den hinteren Bulbusabschnitten weniger Tusche war als in den nichtmassierten, kann als Beleg angeführt werden für die Beeinflussung der Flüssigkeitsströmung im Auge durch die Massage.

F. Ruhwandl (*München*).

Pruneau, De l'auto-sérothérapie en ophtalmologie vétérinaire (Recueil de médecine vétérinaire, T. XC 1913, p. 640).

Die Autoserumtherapie, die in der menschlichen Augenheilkunde gute Resultate erzielt, wurde bei periodischer Augenentzündung des Pferdes erprobt. 24 Stunden nach Injektion von 3 ccm Serum war sowohl das Tränen als auch die Lichtscheu verschwunden. Die Injektion wurde noch einmal wiederholt. 4 Tage nach der ersten Injektion soll das Tier geheilt gewesen sein. In einem anderen Falle will der Autor schon nach 2 Tagen Heilung erzielt haben; neben der Serumtherapie wurde da noch örtlich behandelt.

Die Technik schildert Verf. wie folgt:

1. Man entnimmt einer oberflächlichen Vene auf aseptischem Wege 20 ccm Blut.

2. 12 bis 24 Stunden nachher entnimmt man davon 3 bis 4 ccm Serum.

3. Das Auge wird durch Instillation von 5 bis 6 Tropfen einer 4 % Cocainlösung anästhesiert und dann mit physiologischer Kochsalzlösung gewaschen.

4. Das Oberlid wird weit vom Bulbus aufgehoben und die Kanülenspitze möglichst fern vom Corneoscleralbord unter die Conjunctiva bulbi gestoßen; langsame Injektion.

5. Rasches Entfernen der Kanüle; Ausspülen mit physiologischer Kochsalzlösung. 24 Stunden später kann man die Prozedur wiederholen.

O. Zietzschmann (Zürich).

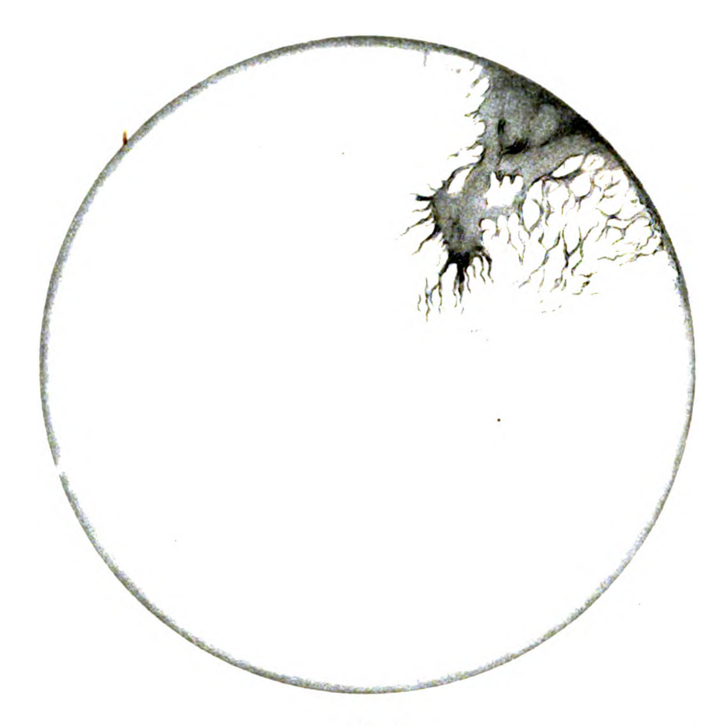


Fig. 1

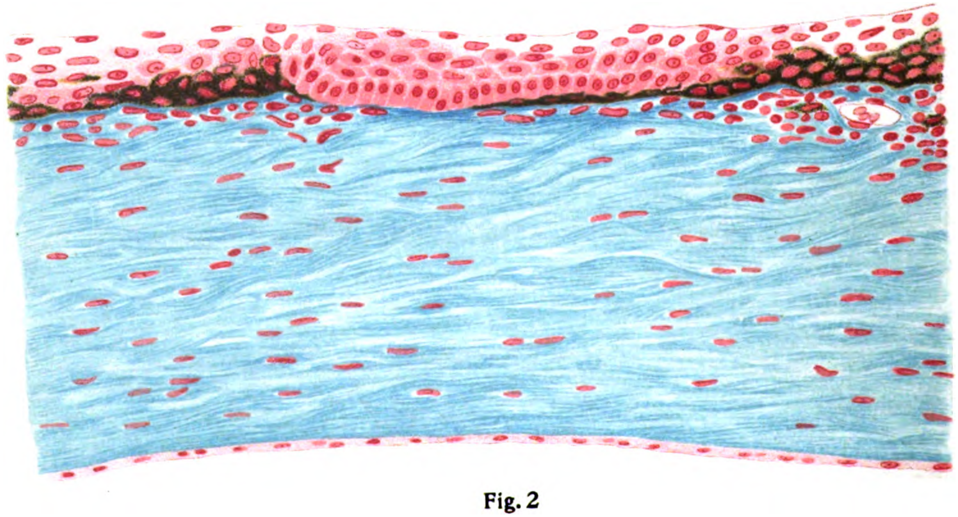


Fig. 2

J. Rubert, Über Hornhautpigmentierung beim Meerschweinchen.

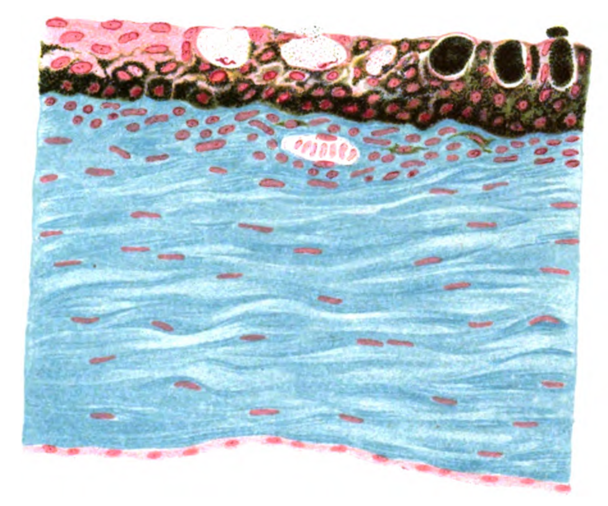


Fig. 3

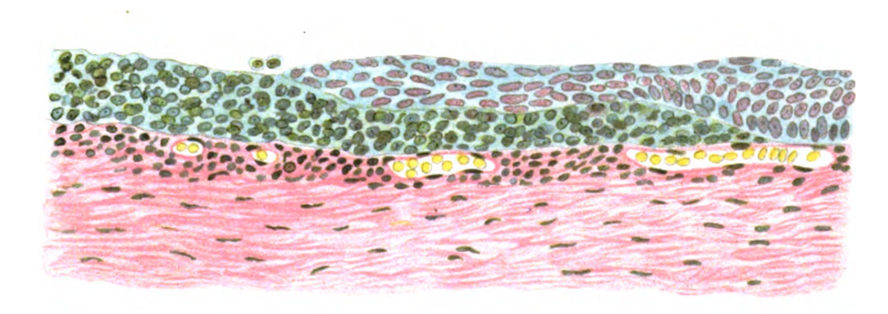


Fig. 4

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

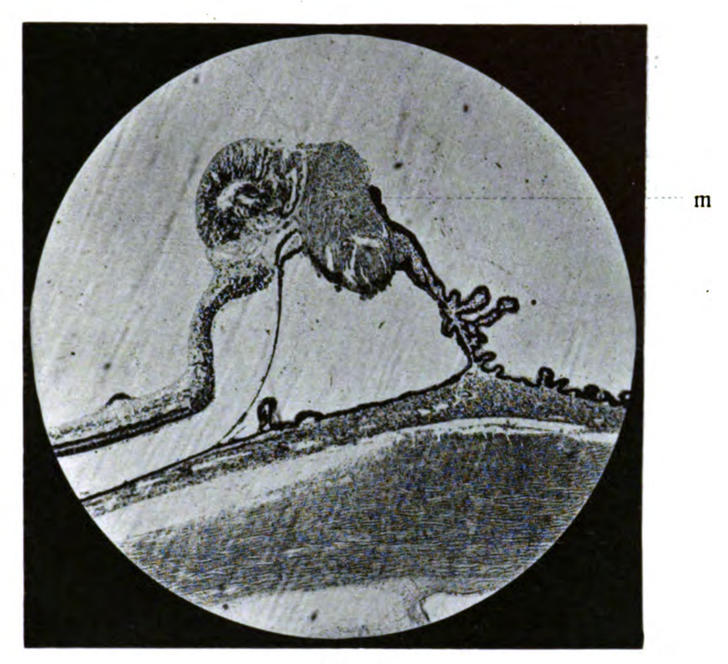


Fig. 1

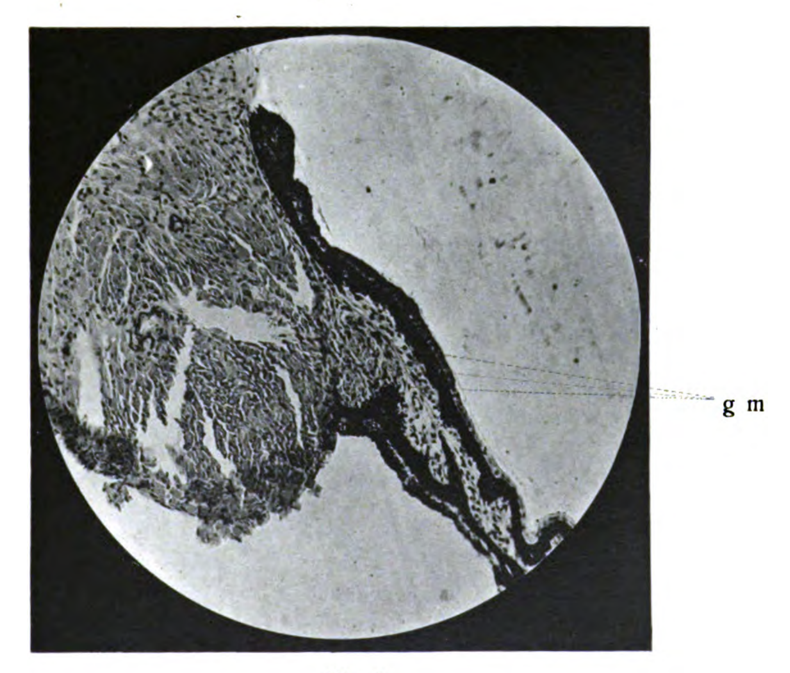


Fig. 2

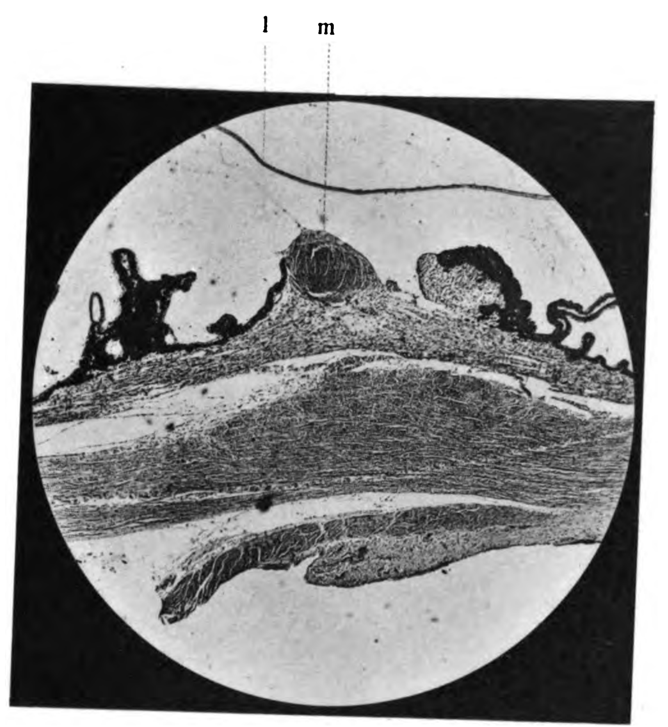


Fig. 3

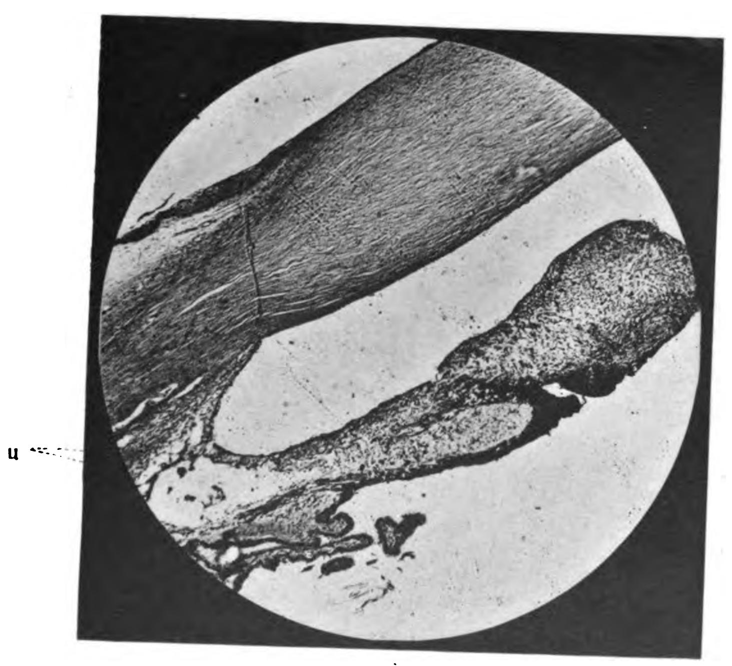


Fig. 4

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

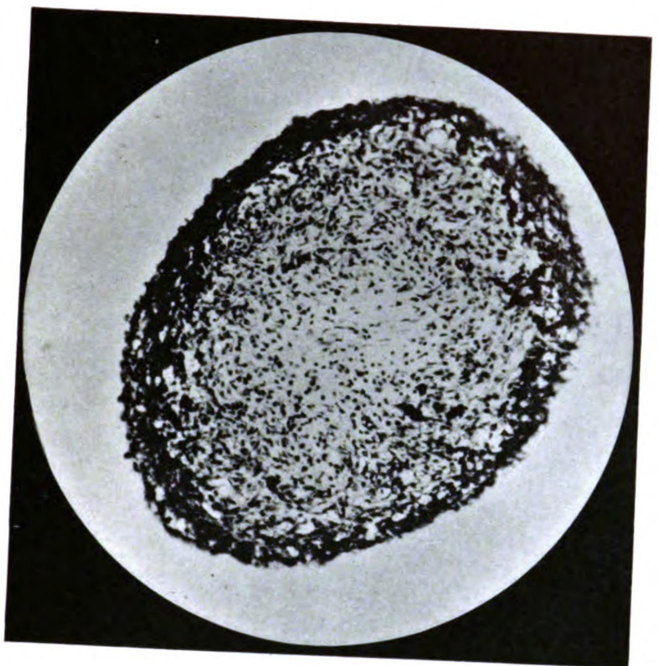


Fig. 5

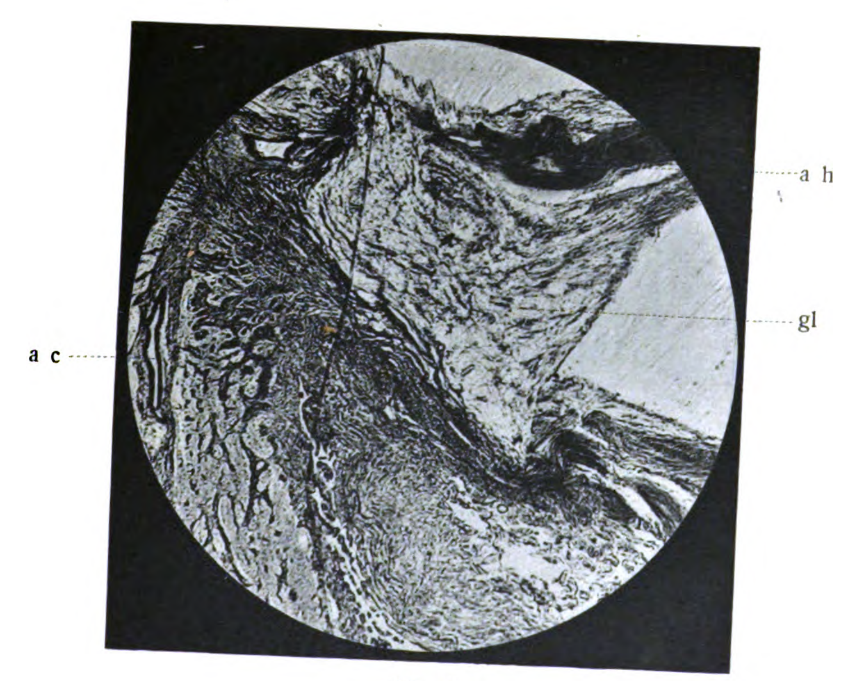


Fig. 6

H. u. M. Roth, Kolobome des Augapfels.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

Sinsel & Co. G.m.b.H.

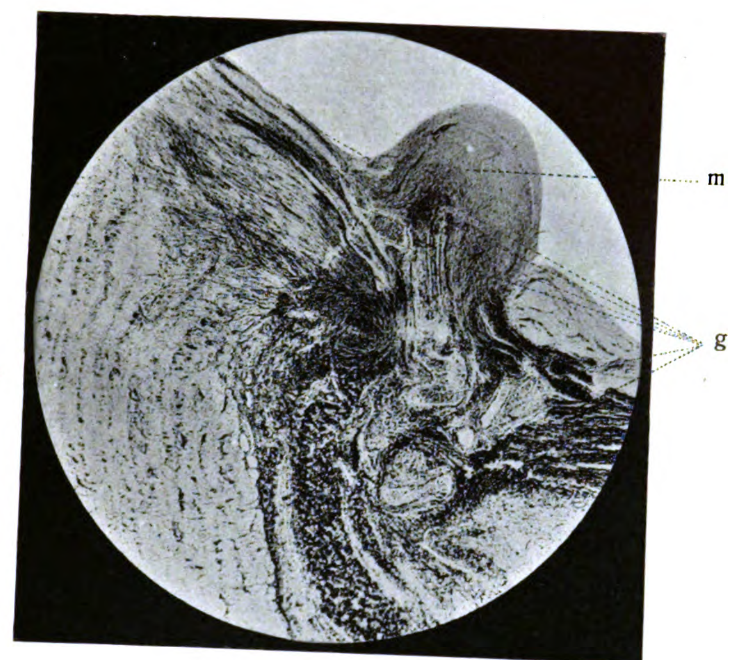


Fig. 7

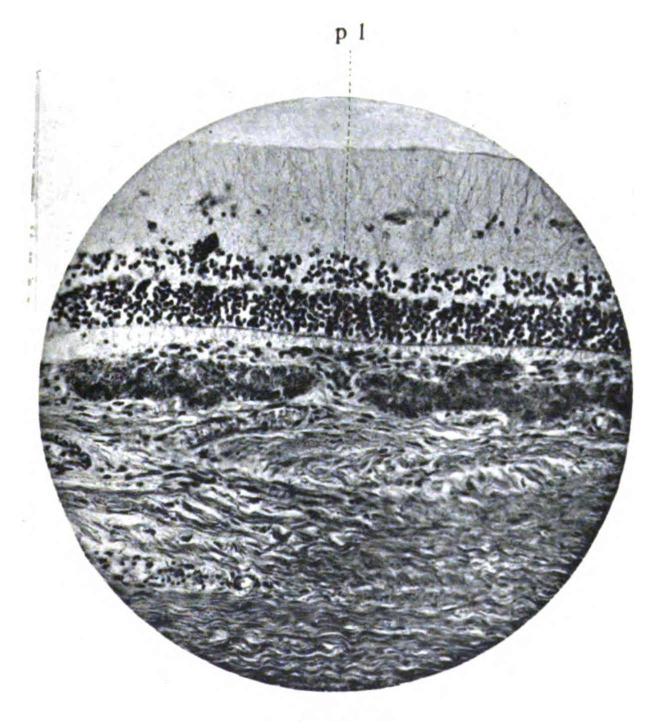


Fig. 8

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

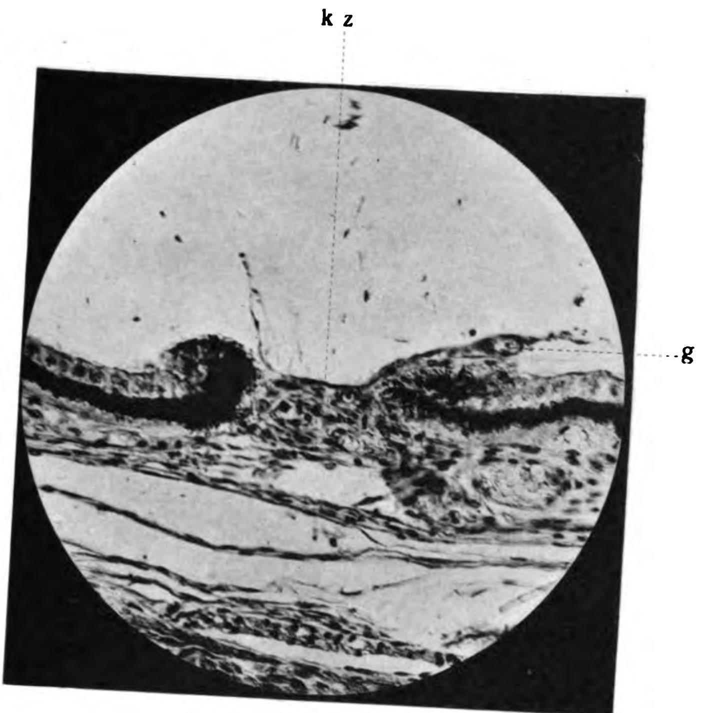


Fig. 9

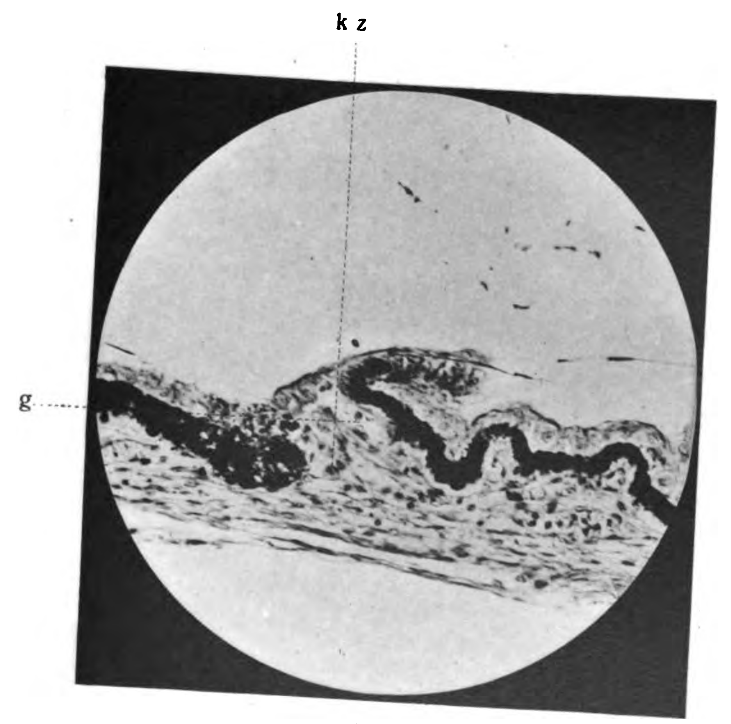


Fig. 10

I. u. M. Roth, Kolobome des Augapfels.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

Sinsel & Co. G.m.b.H. Leipzig-Oetzsch

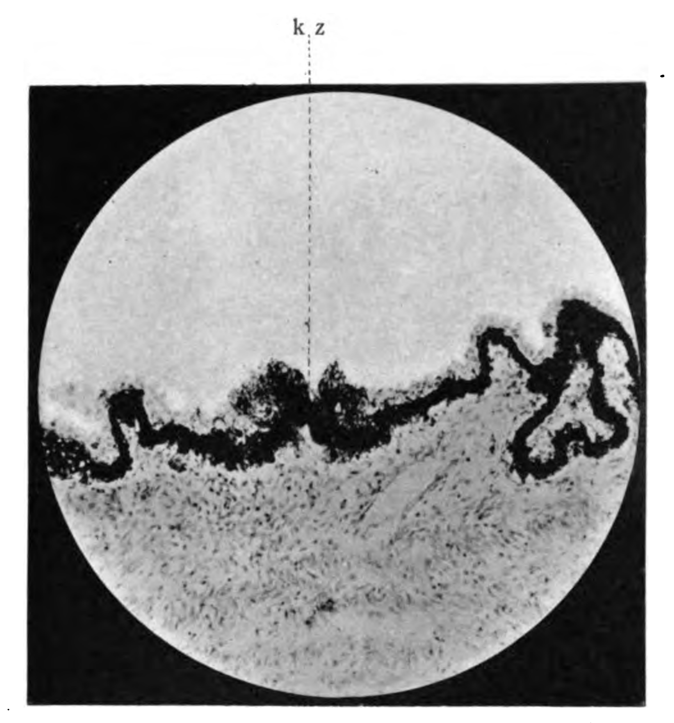


Fig. 11

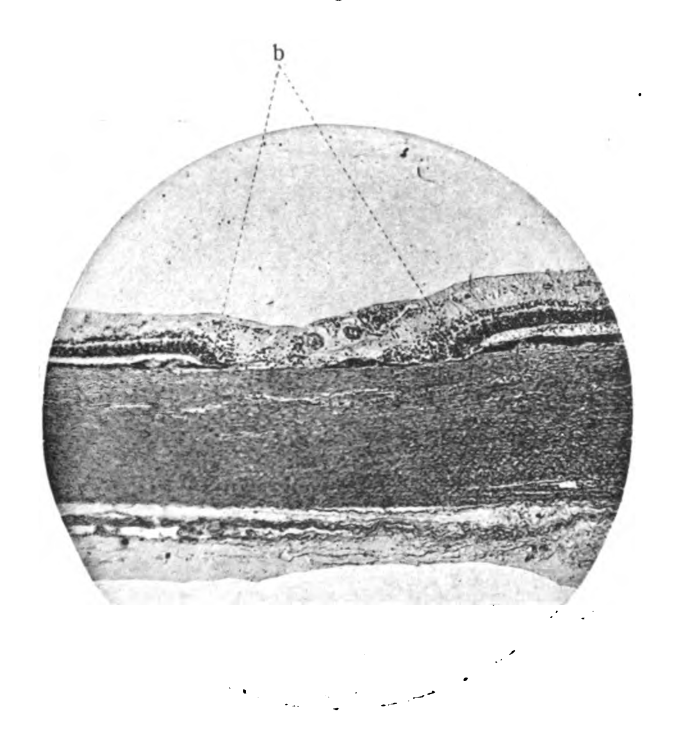


Fig. 12



E. Wychgram, Über den Fontanaschen Raum im Vogelauge



Verlag von S. Hirzel in Leipzig.


lig. pect.
lig. pect.
Sphinkterid
Dilatatorirsomeid
Ciliarforts.
Ciliarforts.

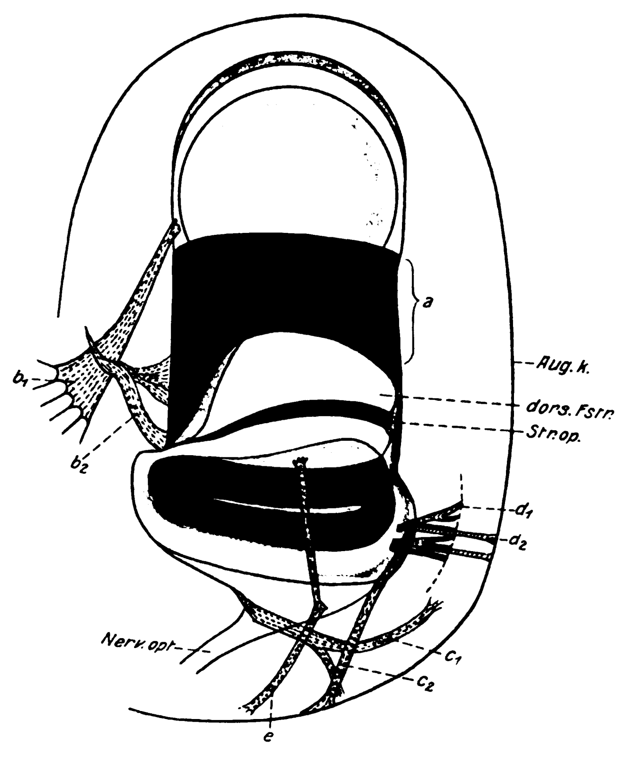


Fig. 1

Rechtes Auge von Pterotrachea coronata von der Dorsalseite

a = Zone der Ringmuskelfasern
b_1 b_2 c_1 c_2 d_1 d_2 u. e = Muskeln zur Augenbewegung
Aug. k = Augenkapsel
dors. Fstr. = dorsales Fenster
Nerv. opt. = Nervus opticus
Str. op. = Stria opaca

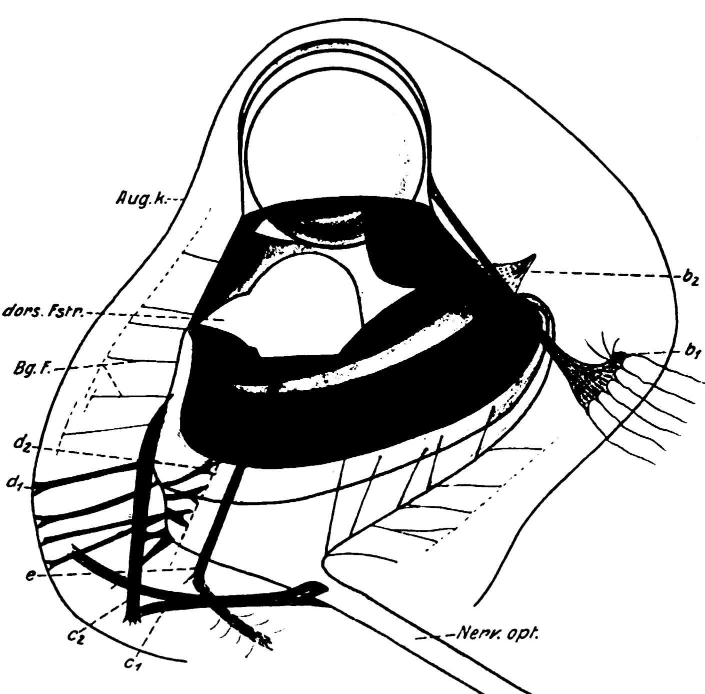
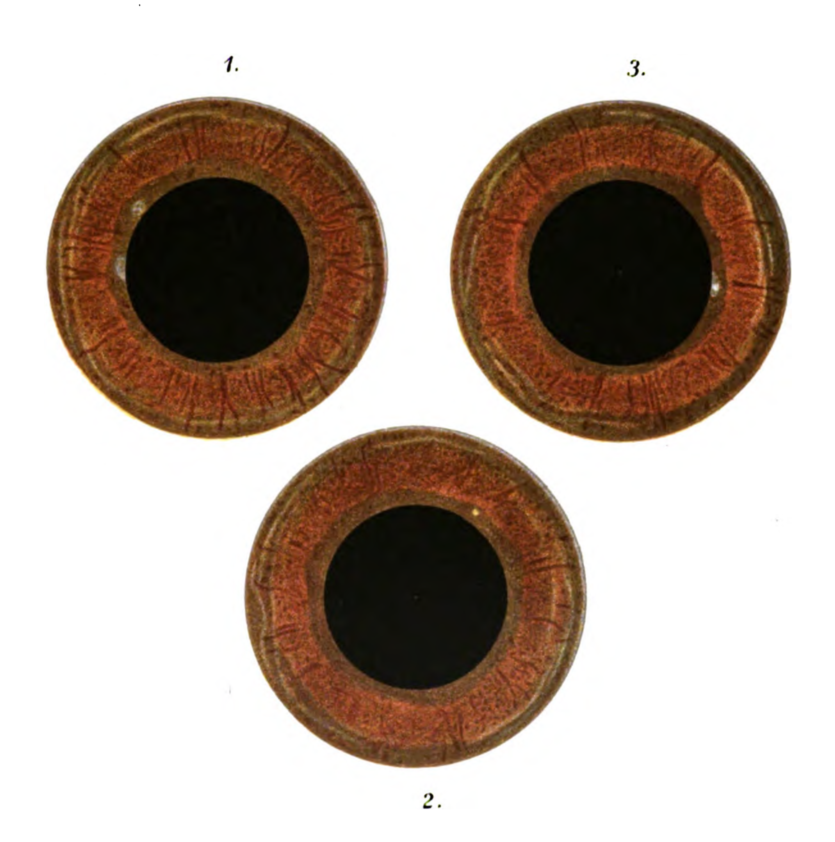


Fig. 2

Pterotracheamutica Linkes Auge von der Dorsalseite

Bg. F. = Bindegewebsfasern

Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 1

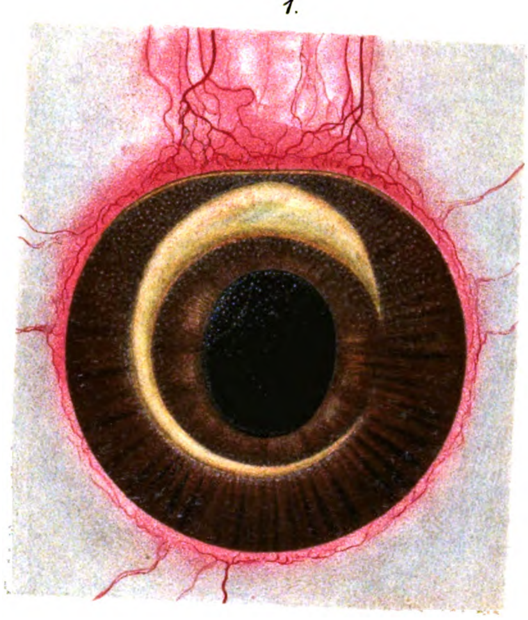


Arisawa p. 305.

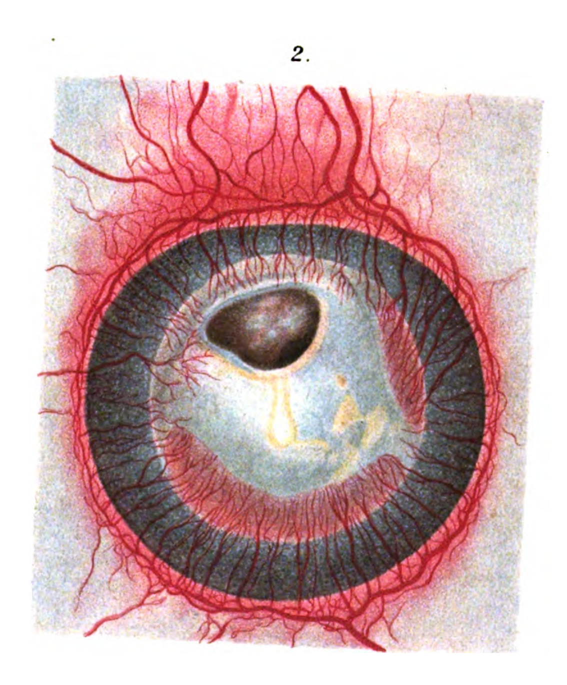
Kunstanstalt H. F. Jütte, Leipzig.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

1.



2.

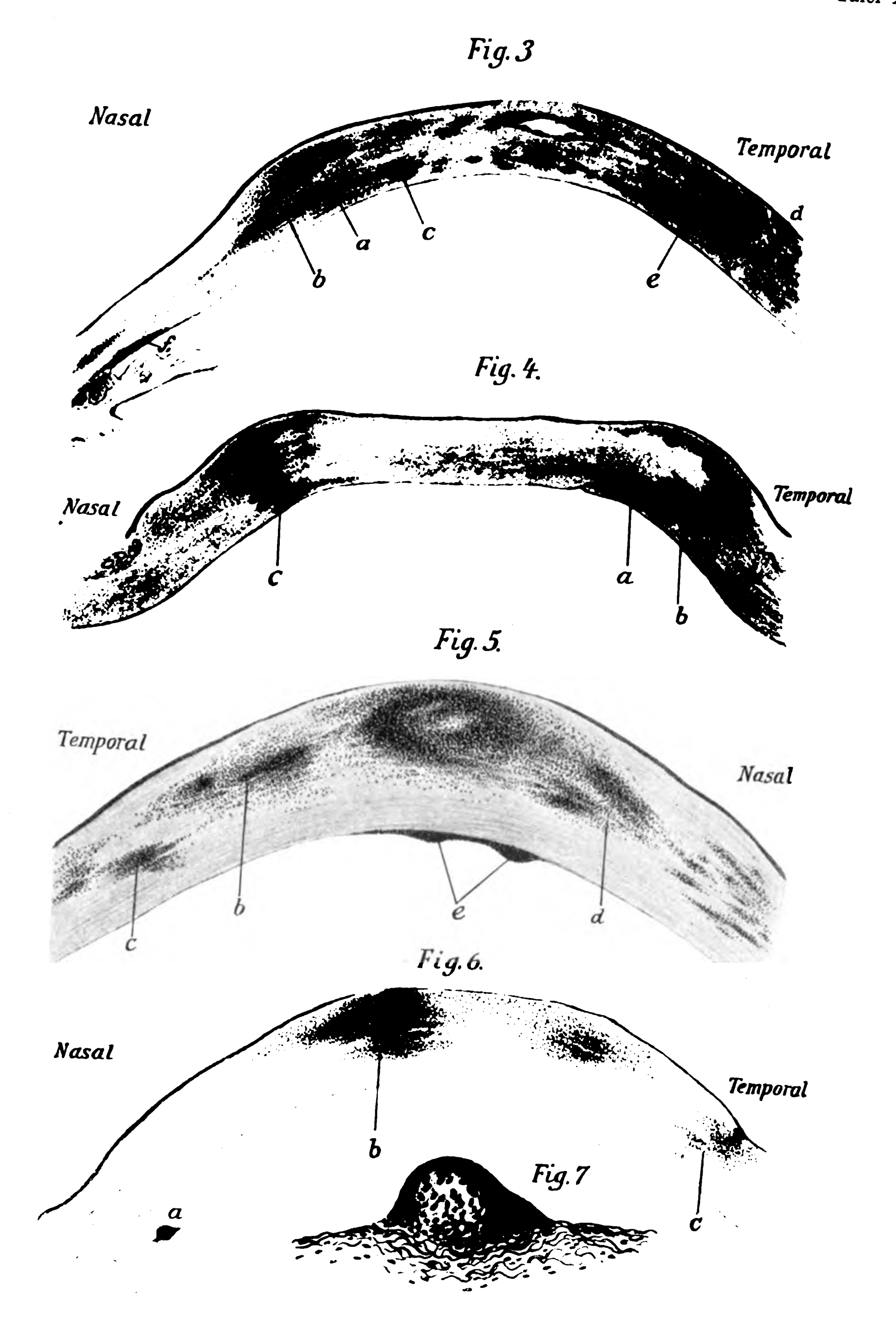


Arisawa p. 314

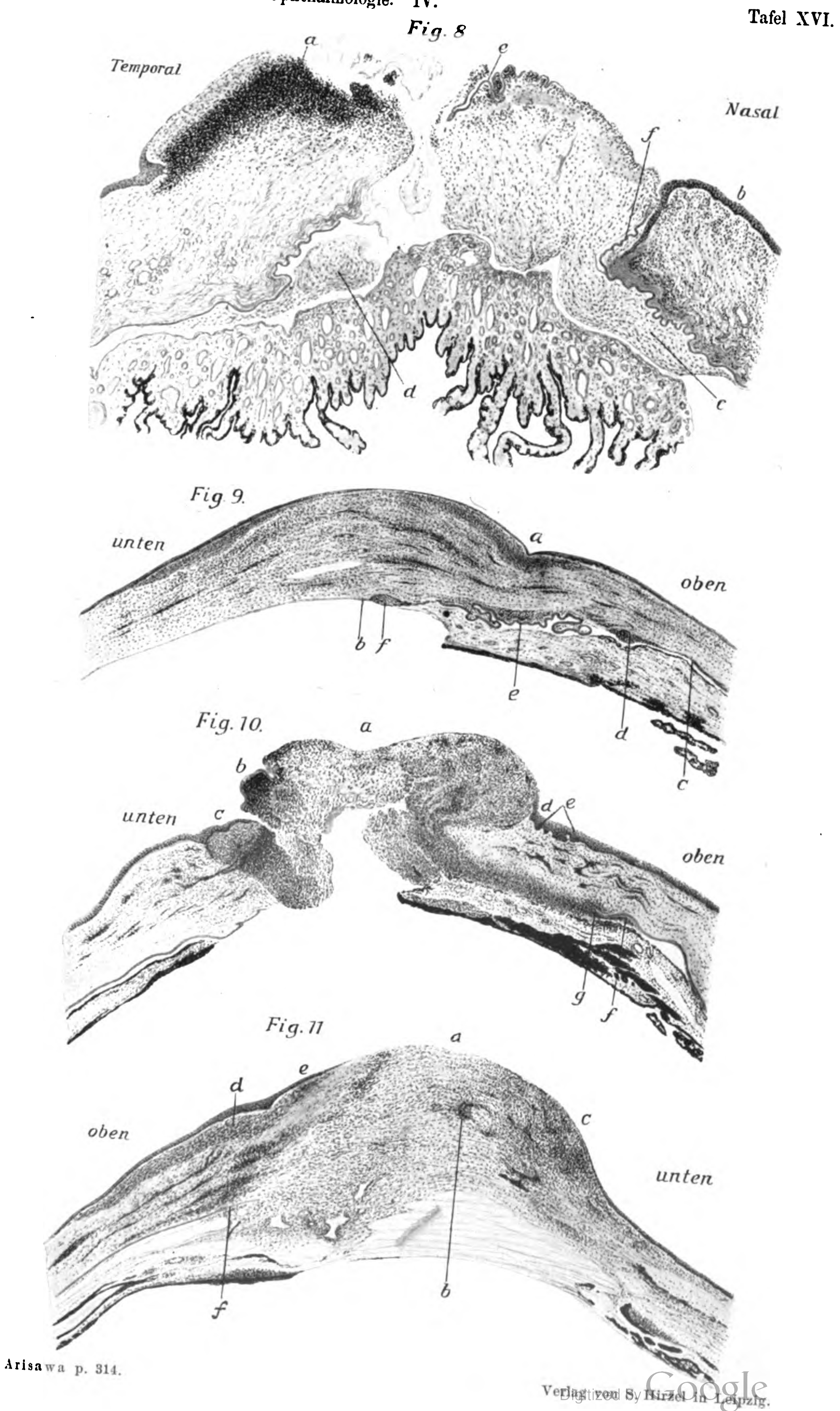
Kunstanstalt H. F. Jütte, Leipzig.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.





Verlag von S. Hirzel in Leipzig.



Arisawa p. 314.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

Mitteilung.

Das „Archiv für vergleichende Ophthalmologie" veröffentlicht nur Originalarbeiten und Originalreferate. Bereits anderweitig erschienene Beiträge können daher nicht aufgenommen werden, es sei denn, daß es sich um ausführlichere Ausarbeitung von Vorträgen und kurzen Mitteilungen handelt. Ein Nachdruck der im Archiv erschienenen Arbeiten ohne besondere Ermächtigung ist gesetzlich unerlaubt.

Alle Beiträge bittet man an die Adresse des Herausgebers, Privatdozenten Dr. **G. Freytag, München NW. 2, Elisabethstr. 21** zu richten.

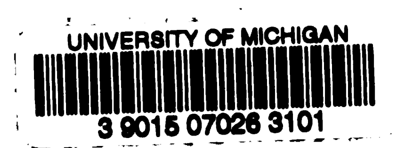
Es wird ersucht, die Manuskripte nur einseitig und deutlich geschrieben, sowie mit breitem Rande versehen einzuliefern; etwaige Zeichnungen wolle man auf besonderen Blättern beifügen. Die Negative von Photographien bittet man direkt an die Verlagsbuchhandlung zu senden. Letztere ist auch gern bereit, den Herren Mitarbeitern mit Vorschlägen und Proben geeigneter Reproduktionsverfahren an die Hand zu gehen.

An Honorar zahlt der Verlag in der Regel 36 Mark (= 36 sh = 45 frs) für den Druckbogen und gibt 40 Sonderdrucke unberechnet, weitere Sonderdrucke zum Selbstkostenpreise ab. Bei außergewöhnlichen Anforderungen in bezug auf Abbildungen ist eine besondere Abmachung notwendig. Die Zahl der gewünschten Sonderdrucke bittet man sogleich auf dem Korrekturbogen zu bemerken, da nach dem Druck der Satz der betreffenden Arbeit auseinandergenommen wird.

Die Herren Autoren werden dringend gebeten, die ihnen zugeschickten Korrekturbogen sogleich durchsehen und an den Herausgeber zurückschicken zu wollen, da bei säumiger Ausführung der Korrekturen die Arbeit unter Umständen für ein späteres Heft zurückgestellt werden muß. Aus demselben Grunde bittet man (auch vorübergehende) Adressenänderungen alsbald dem Herausgeber oder Verleger mitzuteilen.

Das „Archiv für vergleichende Ophthalmologie" erscheint viermal jährlich in Heften von ca. 8 Bogen mit Tafeln und Textabbildungen. Der Preis des Heftes beträgt 7 Mark, der des Jahresbandes von 30—35 Bogen somit 28 Mark.

FISCHER & WITTIG IN LEIPZIG


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 07026 3101



